

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора - заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.п.

« 10 »

10

2025 г.

А.Н. Щипунов

Государственная система обеспечения единства измерений  
Комплекс измерительный автоматизированный – компактный полигон  
АИК-КП  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП 134-25-01

пгт. Менделеево  
2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	25
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	26
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	26
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	26
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	28
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	28
8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	29
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	30
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	30
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	50

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на комплекс измерительный автоматизированный – компактный полигон АИК-КП (заводской № 001) (далее – комплекс), изготовленный Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН) г. Москва, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежит комплекс до ввода в эксплуатацию. Периодической поверке подлежит комплекс, находящийся в эксплуатации, на хранении и после ремонта.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого комплекса к Государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц (ГЭТ 193-2011) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383 и к Государственному первичному эталону единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах ГЭТ 75-2023 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц, утвержденной Приказом Росстандарта от 16 августа 2023 г. № 1678.

1.4 Поверка комплекса может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.5 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой, эксплуатационной документацией на комплекс и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.6 Комплекс предназначен для измерений радиолокационных характеристик (далее – РЛХ) объектов и радиотехнических характеристик (далее – РТХ) антенных устройств.

1.7 В результате поверки комплекса должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, приведенные в таблицах 1.1-1.8.

Таблица 1.1 – Диапазоны рабочих частот и размеры рабочей зоны для разных облучателей

Наименование характеристики	Значение
Габариты рабочей зоны комплекса (диаметр × длина), м все облучатели, исключая НП.01.001-05.01, Satimo SH800 и SH2000	6×8
облучатели НП.01.001-05.01, Satimo SH800 и SH2000	4×8

Таблица 1.2 – Характеристики ЭМП в рабочей зоне для разных облучателей

Наименование характеристики	Значение	
	Ø6 м	Ø4 м
Неравномерность амплитуды, дБ, не более, для облучателя: СНРЕ.464653.057	3,2	3,2
УШЯИ.464653.001	3,0	2,8
НП.01.001 и СНРЕ.464653.045	2,4	1,8
НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046	2,1	2,0
НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047	2,0	1,5
НП.01.001-03 и МІ-31-8.2	2,0	1,5
НП.01.001-04 и МІ-31-12.4	2,0	1,3
НП.01.001-05	3,2	3,0
НП.01.001-05.01	-	3,5
СНРЕ.464653.048	2,4	1,8
Satimo SH800 и Satimo SH2000	-	2,5

Продолжение таблицы 1.2

Наименование характеристики	Значение	
	Ø6 м	Ø4 м
Неравномерность фазы, градус, не более, для облучателя:		
СНРЕ.464653.057	23	20
УШЯИ.464653.001	18	18
НП.01.001 и СНРЕ.464653.045	16	13
НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046	13	13
НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047	11	9
НП.01.001-03 и МИ-31-8.2	10	9
НП.01.001-04 и МИ-31-12.4	14	11
НП.01.001-05	28	20
НП.01.001-05.01	-	25
СНРЕ.464653.048	32	22
Satimo SH800 и Satimo SH2000	-	17
Относительный уровень кроссполяризации, дБ, не более, для облучателя:		
СНРЕ.464653.057	-23	-25
УШЯИ.464653.001	-20	-25
НП.01.001 и СНРЕ.464653.045	-20	-23
НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046	-20	-23
НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047	-20	-23
НП.01.001-03 и МИ-31-8.2	-20	-23
НП.01.001-04 и МИ-31-12.4	-22	-24
НП.01.001-05	-21	-23
НП.01.001-05.01	-	-23
СНРЕ.464653.048	-20	-22
Satimo SH800	-	-20
Satimo SH2000	-	-17

Таблица 1.3 – Метрологические характеристики в режиме измерений РТХ антенных устройств

Наименование характеристики	Значение
Доверительные границы инструментальной погрешности измерений АДН при доверительной вероятности 0,95, дБ, на уровнях:	
до -10 дБ	±0,2
до -20 дБ	±0,3
до -30 дБ	±0,4
до -40 дБ	±0,5
до -50 дБ	±0,6
Доверительные границы погрешности измерений коэффициента усиления (далее – КУ) методом замещения при доверительной вероятности 0,95 при погрешности КУ эталонной антенны <sup>1)</sup> , дБ	
в диапазоне частот от 0,8 до 1,2 ГГц включ.	±1,5
в диапазоне частот св. 1,2 до 2,0 ГГц включ.	±1,2
в диапазоне частот св. 2,6 до 8,2 ГГц включ.	±1,0
в диапазоне частот св. 8,2 до 18,0 ГГц включ. и от 26,0 до 40,0 ГГц включ.	±0,9

Продолжение таблицы 1.3

Примечание:

- 1) – при КСВН антенн не более 1,5 и уровне ортогональной составляющей поляризации не более минус 20 дБ, габаритных размерах рабочей поверхности (апертуры) антенн:
- не менее  $3\lambda$  в диапазоне частот от 0,8 до 1,7 ГГц;
  - не менее  $5\lambda$  в диапазоне частот от 1,7 до 8,2 ГГц;
  - не менее  $8\lambda$  в диапазоне частот от 8,2 до 40 ГГц.
- где  $\lambda$  – длина волны электромагнитного излучения, на которой проводятся измерения, м.

Таблица 1.4.1 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 0,8 до 1,2 ГГц с облучателем СНРЕ.464653.057

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 1 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±25°		±(25°...35°)		±(35°...90°)		-	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	-	-
-5	±1,5	±10,7	±0,5	±3,4	±0,2	±1,3	-	-
-10	±2,5	±18,4	±0,9	±6,2	±0,4	±2,7	-	-
-15	±4,0	±30,3	±1,5	±10,7	±0,7	±4,8	-	-
-20	-	-	±2,3	±16,9	±0,9	±6,2	-	-
-25	-	-	±3,7	±28,0	±1,5	±10,7	-	-
-30	-	-	-	-	±2,2	±16,1	-	-
-35	-	-	-	-	±3,5	±26,4	-	-
-40	-	-	-	-	-	-	-	-
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-
для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±25°		±(25°...35°)		±(35°...90°)		-	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	-	-
-5	±1,0	±7,0	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	-	-
-10	±1,7	±12,2	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7	-	-
-15	±2,8	±20,8	±0,7	±4,8	±0,6	±4,1	-	-
-20	±4,4	±33,4	±1,0	±7,0	±0,8	±5,5	-	-
-25	-	-	±1,6	±11,4	±1,3	±9,2	-	-
-30	-	-	±2,4	±17,7	±1,9	±13,7	-	-
-35	-	-	±3,8	±28,8	±2,9	±21,6	-	-
-40	-	-	-	-	±4,5	±34,2	-	-
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-
для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±15°		±(15°...25°)		±(25°...35°)		±(35°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±1,6	±11,4	±1,2	±8,4	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0
-15	±2,6	±19,2	±2,0	±14,5	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-20	±4,0	±30,3	±3,1	±23,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4
-25	-	-	±4,8	±36,4	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5
-30	-	-	-	-	±1,9	±13,7	±1,1	±7,7
-35	-	-	-	-	±2,9	±21,6	±1,7	±12,2

Продолжение таблицы 1.4.1

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±15°		±(15°...25°)		±(25°...35°)		±(35°...90°)	
	-40	-	-	-	-	±4,5	±34,2	±2,5
-45	-	-	-	-	-	-	±3,9	±29,5
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры.

Таблица 1.4.2 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 1,0 до 2,0 ГГц с облучателем УШЯИ.464653.001

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 для антенн с размерами апертуры от 1 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±20°		±(20°...30°)		±(30°...55°)		±(55°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,5	±10,7	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4
-25	±2,4	±17,7	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8
-30	±3,7	±28,0	±2,0	±14,5	±1,3	±9,2	±0,9	±6,2
-35	-	-	±3,2	±24,0	±2,0	±14,5	±1,4	±9,9
-40	-	-	±4,9	±37,2	±3,0	±22,4	±2,0	±14,5
-45	-	-	-	-	±4,5	±34,2	±3,1	±23,2
-50	-	-	-	-	-	-	±4,6	±34,9

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±15°		±(15°...25°)		±(25°...30°)		±(30°...90°)	
	-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0
-15	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-20	±2,1	±15,3	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4
-25	±3,4	±25,6	±2,0	±14,5	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5
-30	-	-	±3,1	±23,2	±1,9	±13,7	±1,0	±7,0
-35	-	-	±4,8	±36,4	±2,9	±21,6	±1,6	±11,4
-40	-	-	-	-	±4,5	±34,2	±2,3	±16,9
-45	-	-	-	-	-	-	±3,6	±27,2
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±15°		±(15°...25°)		±(25°...90°)		-	
	-5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	-
-10	±1,1	±7,7	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	-	-
-15	±1,8	±13,0	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8	-	-
-20	±2,8	±20,8	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	-	-
-25	±4,4	±33,4	±2,2	±16,1	±1,5	±10,7	-	-
-30	-	-	±3,4	±25,6	±2,2	±16,1	-	-

Продолжение таблицы 1.4.2

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±15°		±(15°...25°)		±(25°...90°)		-	
	-35	-	-	-	-	±3,5	±26,4	-
-40	-	-	-	-	-	-	-	-
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры.

Таблица 1.4.3 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 2,6 до 3,95 ГГц с облучателями НП.01.001 и СНРЕ.464653.045

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95									
для антенн с размерами апертуры от 0,6 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов									
Уровень АДН, дБ	±16°		±(16°...25°)		±(25°...35°)		±(35°...90°)		
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	
-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7	±0,1	±0,7	
-10	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	
-15	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7	
-20	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	
-25	±2,2	±16,1	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,8	±5,5	
-30	±3,4	±25,6	±2,2	±16,1	±1,2	±8,4	±1,0	±7,0	
-35	-	-	±3,5	±26,4	±1,8	±13,0	±1,6	±11,4	
-40	-	-	-	-	±2,7	±20,0	±2,3	±16,9	
-45	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±3,6	±27,2	
-50	-	-	-	-	-	-	-	-	

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>									
Уровень АДН, дБ	±15°		±(15°...25°)		±(25°...30°)		±(30°...90°)		
	-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7	±0,1	±0,7
-10	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	
-15	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7	
-20	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,5	±3,4	
-25	±1,7	±12,2	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8	±0,7	±4,8	
-30	±2,6	±19,2	±1,6	±11,4	±0,9	±6,2	±0,9	±6,2	
-35	±4,1	±31,1	±2,5	±18,4	±1,4	±9,9	±1,3	±9,2	
-40	-	-	±3,8	±28,8	±2,0	±14,5	±1,8	±13,0	
-45	-	-	-	-	±3,1	±23,2	±2,8	±20,8	
-50	-	-	-	-	±4,6	±34,9	±4,2	±31,9	

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>									
Уровень АДН, дБ	±8°		±(8°...12°)		±(12°...25°)		±(25°...90°)		
	-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	
-15	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	
-20	±1,5	±10,7	±1,0	±7,0	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	
-25	±2,4	±17,7	±1,6	±11,4	±1,2	±8,4	±0,7	±4,8	

Продолжение таблицы 1.4.3

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±8°		±(8°...12°)		±(12°...25°)		±(25°...90°)	
	-30	±3,7	±28,0	±2,4	±17,7	±1,7	±12,2	±0,9
-35	-	-	±3,8	±28,8	±2,7	±20,0	±1,3	±9,2
-40	-	-	-	-	±4,1	±31,1	±1,8	±13,0
-45	-	-	-	-	-	-	±2,8	±20,8
-50	-	-	-	-	-	-	±4,2	±31,9

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры.

Таблица 1.4.4 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 3,95 до 5,85 ГГц с облучателями НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 для антенн с размерами апертуры от 0,4 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±8°		±(8°...25°)		±(25°...30°)		±(30°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±1,2	±8,4	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,8	±13,0	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4
-25	±2,9	±21,6	±1,6	±11,4	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8
-30	±4,4	±33,4	±2,4	±17,7	±1,5	±10,7	±1,0	±7,0
-35	-	-	±3,8	±28,8	±2,3	±16,9	±1,5	±10,7
-40	-	-	-	-	±3,5	±26,4	±2,2	±16,1
-45	-	-	-	-	-	-	±3,3	±24,8
-50	-	-	-	-	-	-	±5,0	±37,9

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±8°		±(8°...20°)		±(20°...30°)		±(30°...90°)	
	-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,5	±10,7	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4
-25	±2,4	±17,7	±1,5	±10,7	±0,9	±6,2	±0,8	±5,5
-30	±3,7	±28,0	±2,2	±16,1	±1,3	±9,2	±1,1	±7,7
-35	-	-	±3,5	±26,4	±2,0	±14,5	±1,7	±12,2
-40	-	-	-	-	±3,0	±22,4	±2,5	±18,4
-45	-	-	-	-	±4,5	±34,2	±3,9	±29,5
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±20° <sup>3)</sup>		±(20°...10°)		±(10°...30°)		±(30°...90°)	
	-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3
-15	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7
-20	±2,1	±15,3	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4

Продолжение таблицы 1.4.4

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±2θ <sup>3)</sup>		±(20°...10°)		±(10°...30°)		±(30°...90°)	
	-25	±3,4	±25,6	±2,2	±16,1	±1,5	±10,7	±0,7
-30	-	-	±3,4	±25,6	±2,2	±16,1	±0,9	±6,2
-35	-	-	-	-	±3,5	±26,4	±1,3	±9,2
-40	-	-	-	-	-	-	±1,8	±13,0
-45	-	-	-	-	-	-	±2,8	±20,8
-50	-	-	-	-	-	-	±4,2	±31,9

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;  
 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.5 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 5,85 до 8,2 ГГц с облучателями НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,4 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±10°		±(10°...20°)		±(20°...30°)		±(30°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,3	±9,2	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4
-25	±2,0	±14,5	±1,5	±10,7	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8
-30	±3,1	±23,2	±2,2	±16,1	±1,5	±10,7	±0,9	±6,2
-35	±4,8	±36,4	±3,5	±26,4	±2,3	±16,9	±1,3	±9,2
-40	-	-	±5,3	±40,1	±3,5	±26,4	±1,8	±13,0
-45	-	-	-	-	±5,3	±40,1	±2,8	±20,8
-50	-	-	-	-	-	-	±4,2	±31,9

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±2θ <sup>3)</sup>		±(20°...15°)		±(15°...30°)		±(30°...90°)	
	-5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,1	±7,7	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,6	±11,4	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7
-25	±2,6	±19,2	±2,0	±14,5	±1,1	±7,7	±0,6	±4,1
-30	±4,1	±31,1	±3,1	±23,2	±1,6	±11,4	±0,8	±5,5
-35	-	-	±4,8	±36,4	±2,5	±18,4	±1,2	±8,4
-40	-	-	-	-	±3,8	±28,8	±1,7	±12,2
-45	-	-	-	-	-	-	±2,6	±19,2
-50	-	-	-	-	-	-	±3,9	±29,5

Продолжение таблицы 1.4.5

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±2θ°		±(2θ°...15°)		±(15°...30°)		±(30°...90°)	
	-5	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,8	±5,5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±2,0	±14,5	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7
-25	±3,1	±23,2	±1,6	±11,4	±1,1	±7,7	±0,6	±4,1
-30	±4,8	±36,4	±2,4	±17,7	±1,6	±11,4	±0,7	±4,8
-35	-	-	±3,8	±28,8	±2,5	±18,4	±1,0	±7,0
-40	-	-	-	-	±3,8	±28,8	±1,4	±9,9
-45	-	-	-	-	-	-	±2,1	±15,3
-50	-	-	-	-	-	-	±3,1	±23,2

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;  
 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.6 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц с облучателями НП.01.001-03 и МІ-31-8.2

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,2 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±7°		±(7°...20°)		±(20°...30°)		±(30°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7	±0,1	±0,7
-10	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±0,7	±4,8	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7
-20	±1,0	±7,0	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,5	±3,4
-25	±1,6	±11,4	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,7	±4,8
-30	±2,4	±17,7	±1,9	±13,7	±1,0	±7,0	±0,9	±6,2
-35	±3,8	±28,8	±2,9	±21,6	±1,6	±11,4	±1,3	±9,2
-40	-	-	±4,5	±34,2	±2,3	±16,9	±1,8	±13,0
-45	-	-	-	-	±3,6	±27,2	±2,8	±20,8
-50	-	-	-	-	-	-	±4,2	±31,9

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±4θ° <sup>3)</sup>		±(4θ°...8°)		±(8°...25°)		±(25°...90°)	
	-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7	±0,1
-10	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7
-20	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-25	±2,0	±14,5	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1
-30	±3,1	±23,2	±1,9	±13,7	±1,1	±7,7	±0,8	±5,5
-35	±4,8	±36,4	±2,9	±21,6	±1,7	±12,2	±1,1	±7,7
-40	-	-	±4,5	±34,2	±2,5	±18,4	±1,6	±11,4
-45	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±2,4	±17,7

Продолжение таблицы 1.4.6

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40° <sup>3)</sup>		±(40°...8°)		±(8°...25°)		±(25°...90°)	
	-50	-	-	-	-	-	-	±3,6
для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±20°		±(20°...8°)		±(8°...25°)		±(25°...90°)	
	-5	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,0	±7,0	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,5	±10,7	±1,2	±8,4	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7
-25	±2,4	±17,7	±1,9	±13,7	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1
-30	±3,7	±28,0	±2,9	±21,6	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5
-35	-	-	±4,5	±34,2	±2,3	±16,9	±1,1	±7,7
-40	-	-	-	-	±3,5	±26,4	±1,6	±11,4
-45	-	-	-	-	-	-	±2,4	±17,7
-50	-	-	-	-	-	-	±3,6	±27,2

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;  
 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.7 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 12,4 до 18,0 ГГц с облучателями НП.01.001-04 и МІ-31-12.4

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,2 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±7°		±(7°...20°)		±(20°...30°)		±(30°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7	±0,1	±0,7
-10	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±0,7	±4,8	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7
-20	±1,1	±7,7	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±1,7	±12,2	±1,2	±8,4	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1
-30	±2,6	±19,2	±1,7	±12,2	±1,2	±8,4	±0,8	±5,5
-35	±4,1	±31,1	±2,7	±20,0	±1,8	±13	±1,2	±8,4
-40	-	-	±4,1	±31,1	±2,7	±20,0	±1,7	±12,2
-45	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±2,6	±19,2
-50	-	-	-	-	-	-	±3,9	±29,5
для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40° <sup>3)</sup>		±(40°...8°)		±(8°...25°)		±(25°...90°)	
	-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±2,2	±16,1	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1
-30	±3,4	±25,6	±2,0	±14,5	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5

Продолжение таблицы 1.4.7

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40° <sup>3)</sup>		±(40°...8°)		±(8°...25°)		±(25°...90°)	
	-35	-	-	±3,2	±24,0	±2,0	±14,5	±1,2
-40	-	-	±4,9	±37,2	±3,0	±22,4	±1,7	±12,2
-45	-	-	-	-	±4,5	±34,2	±2,6	±19,2
-50	-	-	-	-	-	-	±3,9	±29,5
для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±20°		±(20°...3°)		±(3°...22°)		±(22°...90°)	
	-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,4	±9,9	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-20	±2,1	±15,3	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,4	±2,7
-25	±3,4	±25,6	±2,4	±17,7	±1,2	±8,4	±0,6	±4,1
-30	-	-	±3,7	±28,0	±1,7	±12,2	±0,7	±4,8
-35	-	-	-	-	±2,7	±20,0	±1,0	±7,0
-40	-	-	-	-	±4,1	±31,1	±1,4	±9,9
-45	-	-	-	-	-	-	±2,1	±15,3
-50	-	-	-	-	-	-	±3,1	±23,2

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;
- 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.8 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 26,0 до 40,0 ГГц с облучателем НП.01.001-05

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,2 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±40° <sup>3)</sup>		±(40°...4°)		±(4°...25°)		±(25°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0
-15	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-20	±2,4	±17,7	±1,2	±8,4	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4
-25	±3,7	±28,0	±1,9	±13,7	±1,2	±8,4	±0,7	±4,8
-30	-	-	±2,9	±21,6	±1,8	±13,0	±0,9	±6,2
-35	-	-	±4,5	±34,2	±2,8	±20,8	±1,4	±9,9
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±2,0	±14,5
-45	-	-	-	-	-	-	±3,1	±23,2
-50	-	-	-	-	-	-	±4,6	±34,9
для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40°		±(40°...3°)		±(3°...25°)		±(25°...90°)	
	-5	±0,5	±3,4	±0,5	±3,4	±0,2	±1,3	±0,2
-10	±0,9	±6,2	±0,8	±5,5	±0,3	±2,0	±0,4	±2,7

Продолжение таблицы 1.4.8

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40°		±(40°...3°)		±(3°...25°)		±(25°...90°)	
	-15	±1,5	±10,7	±1,4	±9,9	±0,5	±3,4	±0,6
-20	±2,4	±17,7	±2,2	±16,1	±0,7	±4,8	±0,8	±5,5
-25	±3,7	±28,0	±3,4	±25,6	±1,0	±7,0	±1,3	±9,2
-30	-	-	-	-	±1,5	±10,7	±1,9	±13,7
-35	-	-	-	-	±2,4	±17,7	±3,0	±22,4
-40	-	-	-	-	±3,6	±27,2	±4,5	±34,2
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40°		±(40°...2°)		±(2°...10°)		±(10°...90°)	
	-5	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3	±0,2
-10	±1,0	±7,0	±0,8	±5,5	±0,3	±2,0	±0,4	±2,7
-15	±1,7	±12,2	±1,3	±9,2	±0,5	±3,4	±0,6	±4,1
-20	±2,6	±19,2	±2,0	±14,5	±0,7	±4,8	±0,8	±5,5
-25	±4,1	±31,1	±3,1	±23,2	±1,0	±7,0	±1,3	±9,2
-30	-	-	-	-	±1,5	±10,7	±1,9	±13,7
-35	-	-	-	-	±2,4	±17,7	±3,0	±22,4
-40	-	-	-	-	±3,6	±27,2	±4,5	±34,2
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;
- 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.9 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 26,0 до 40,0 ГГц с облучателем НП.01.001-05.01

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,2 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±40° <sup>3)</sup>		±(40°...4°)		±(4°...25°)		±(25°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±2,1	±15,3	±1,3	±9,2	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1
-30	±3,2	±24,0	±1,9	±13,7	±1,2	±8,4	±0,7	±4,8
-35	±4,9	±37,2	±3,0	±22,4	±1,9	±13,7	±1,1	±7,7
-40	-	-	±4,5	±34,2	±2,8	±20,8	±1,5	±10,7
-45	-	-	-	-	±4,3	±32,6	±2,3	±16,9
-50	-	-	-	-	-	-	±3,4	±25,6

Продолжение таблицы 1.4.9

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±30°		±(30°...3°)		±(3°...25°)		±(25°...90°)	
	-5	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3	±0,2
-10	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±1,8	±13,0	±1,1	±7,7	±0,5	±3,4	±0,5	±3,4
-20	±2,8	±20,8	±1,7	±12,2	±0,6	±4,1	±0,7	±4,8
-25	±4,4	±33,4	±2,6	±19,2	±0,9	±6,2	±1,0	±7,0
-30	-	-	±4,1	±31,1	±1,3	±9,2	±1,5	±10,7
-35	-	-	-	-	±2,0	±14,5	±2,4	±17,7
-40	-	-	-	-	±3,1	±23,2	±3,6	±27,2
-45	-	-	-	-	±4,7	±35,7	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;  
 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.10 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 26,0 до 40,0 ГГц с облучателем СНРЕ.464653.048

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,2 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±40° <sup>3)</sup>		±(40°...4°)		±(4°...25°)		±(25°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,4	±9,9	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4
-25	±2,2	±16,1	±1,6	±11,4	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8
-30	±3,4	±25,6	±2,5	±18,4	±1,6	±11,4	±0,9	±6,2
-35	-	-	±3,8	±28,8	±2,6	±19,2	±1,4	±9,9
-40	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±2,0	±14,5
-45	-	-	-	-	-	-	±3,1	±23,2
-50	-	-	-	-	-	-	±4,6	±34,9

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40°		±(40°...3°)		±(3°...25°)		±(25°...90°)	
	-5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2
-10	±1,1	±7,7	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,4	±2,7
-15	±1,8	±13,0	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,6	±4,1
-20	±2,8	±20,8	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8	±0,8	±5,5
-25	±4,4	±33,4	±1,7	±12,2	±1,1	±7,7	±1,2	±8,4
-30	-	-	±2,7	±20,0	±1,6	±11,4	±1,8	±13,0
-35	-	-	±4,2	±31,9	±2,6	±19,2	±2,8	±20,8
-40	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±4,2	±31,9
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1.4.10

для антенн с размерами апертуры свыше 4 до 6 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40°		±(40°...2°)		±(2°...10°)		±(10°...90°)	
	-5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,2
-10	±1,1	±7,7	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±1,8	±13,0	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,5	±3,4
-20	±2,8	±20,8	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	±0,7	±4,8
-25	±4,4	±33,4	±2,1	±15,3	±1,0	±7,0	±1,1	±7,7
-30	-	-	±3,2	±24	±1,5	±10,7	±1,6	±11,4
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,4	±17,7	±2,6	±19,2
-40	-	-	-	-	±3,6	±27,2	±3,9	±29,5
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;  
 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.11 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 2,6 до 3,95 ГГц с облучателем Satimo SH800

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,6 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±25°		±(25°...35°)		±(35°...60°)		±(60°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,6	±4,1	±0,1	±0,7	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±1,0	±7,0	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±1,6	±11,4	±0,4	±2,7	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±2,6	±19,2	±0,6	±4,1	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4
-25	±4,1	±31,1	±0,8	±5,5	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8
-30	-	-	±1,2	±8,4	±1,6	±11,4	±1,0	±7,0
-35	-	-	±1,8	±13,0	±2,5	±18,4	±1,5	±10,7
-40	-	-	±2,7	±20,0	±3,8	±28,8	±2,2	±16,1
-45	-	-	±4,2	±31,9	-	-	±3,3	±24,8
-50	-	-	-	-	-	-	±5,0	±37,9

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±25°		±(25°...30°)		±(30°...90°)		-	
	-5	±0,6	±4,1	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	-
-10	±1,0	±7,0	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	-	-
-15	±1,6	±11,4	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	-	-
-20	±2,6	±19,2	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	-	-
-25	±4,1	±31,1	±1,3	±9,2	±0,9	±6,2	-	-
-30	-	-	±1,9	±13,7	±1,3	±9,2	-	-
-35	-	-	±2,9	±21,6	±2,0	±14,5	-	-
-40	-	-	±4,5	±34,2	±3,0	±22,4	-	-
-45	-	-	-	-	±4,5	±34,2	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1.4.11

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;
- 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.12 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 3,95 до 5,85 ГГц с облучателем Satimo SH800

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 для антенн с размерами апертуры от 0,4 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±20°		±(20°...25°)		±(23°...90°)		-	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	-	-
-5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,1	±0,7	-	-
-10	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	-	-
-15	±1,2	±8,4	±0,8	±5,5	±0,4	±2,7	-	-
-20	±1,8	±13,0	±1,2	±8,4	±0,6	±4,1	-	-
-25	±2,9	±21,6	±1,9	±13,7	±0,8	±5,5	-	-
-30	±4,4	±33,4	±2,9	±21,6	±1,2	±8,4	-	-
-35	-	-	±4,5	±34,2	±1,8	±13,0	-	-
-40	-	-	-	-	±2,7	±20,0	-	-
-45	-	-	-	-	±4,2	±31,9	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-
для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±20° <sup>3)</sup>		±(20°...25°)		±(25°...35°)		±(35°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,1	±0,7	±0,1	±0,7
-10	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±1,6	±11,4	±1,0	±7,0	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7
-20	±2,6	±19,2	±1,5	±10,7	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4
-25	±4,1	±31,1	±2,4	±17,7	±0,8	±5,5	±0,8	±5,5
-30	-	-	±3,7	±28,0	±1,2	±8,4	±1,0	±7,0
-35	-	-	-	-	±1,8	±13,0	±1,6	±11,4
-40	-	-	-	-	±2,7	±20,0	±2,3	±16,9
-45	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±3,6	±27,2
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;
- 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.13 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 5,85 до 8,2 ГГц с облучателем Satimo SH800

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,4 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±10°		±(10°...15°)		±(15°...30°)		±(30°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±1,1	±7,7	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,8	±13,0	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±2,8	±20,8	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7
-25	±4,4	±33,4	±2,0	±14,5	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1
-30	-	-	±3,1	±23,2	±1,5	±10,7	±0,7	±4,8
-35	-	-	±4,8	±36,4	±2,3	±16,9	±1,0	±7,0
-40	-	-	-	-	±3,5	±26,4	±1,3	±9,2
-45	-	-	-	-	-	-	±2,0	±14,5
-50	-	-	-	-	-	-	±2,9	±21,6
для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±10°		±(10°...15°)		±(15°...25°)		±(25°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,5	±10,7	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±2,3	±16,9	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7
-25	±3,7	±28,0	±1,7	±12,2	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1
-30	-	-	±2,6	±19,2	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5
-35	-	-	±4,1	±31,1	±2,3	±16,9	±1,2	±8,4
-40	-	-	-	-	±3,5	±26,4	±1,7	±12,2
-45	-	-	-	-	-	-	±2,6	±19,2
-50	-	-	-	-	-	-	±3,9	±29,5

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;
- 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.14 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц с облучателем Satimo SH2000

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,2 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±40° <sup>3)</sup>		±(40°...20°)		±(20°...50°)		±(50°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7	±0,1	±0,7
-10	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±0,9	±6,2	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0
-20	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±2,2	±16,1	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4

Продолжение таблицы 1.4.14

для антенн с размерами апертуры от 0,2 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-30	±3,4	±25,6	±2,2	±16,1	±1,2	±8,4	±0,6	±4,1
-35	±5,3	±40,1	±3,5	±26,4	±1,8	±13,0	±0,9	±6,2
-40	-	-	-	-	±2,7	±20,0	±1,2	±8,4
-45	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±1,8	±13,0
-50	-	-	-	-	-	-	±2,7	±20,0
для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	±40°		±(40°...20°)		±(20°...30°)		±(30°...90°)	
-5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7	±0,1	±0,7
-10	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7
-20	±1,5	±10,7	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±2,4	±17,7	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1
-30	±3,7	±28,0	±2,2	±16,1	±1,2	±8,4	±0,8	±5,5
-35	-	-	±3,5	±26,4	±1,8	±13,0	±1,2	±8,4
-40	-	-	-	-	±2,7	±20,0	±1,7	±12,2
-45	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±2,6	±19,2
-50	-	-	-	-	-	-	±3,9	±29,5

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;
- 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.4.15 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 12,4 до 18,0 ГГц с облучателем Satimo SH2000

Доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95								
для антенн с размерами апертуры от 0,2 до 2 м <sup>1,2)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	±2°		±(2°...20°)		±(20°...30°)		±(30°...90°)	
	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус	АДН, дБ	ФДН, градус
-5	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,2	±8,4	±0,7	±4,8	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,8	±13,0	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±2,9	±21,6	±1,6	±11,4	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1
-30	±4,4	±33,4	±2,4	±17,7	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5
-35	-	-	±3,8	±28,8	±2,0	±14,5	±1,1	±7,7
-40	-	-	-	-	±3,0	±22,4	±1,6	±11,4
-45	-	-	-	-	±4,5	±34,2	±2,4	±17,7
-50	-	-	-	-	-	-	±3,6	±27,2

Продолжение таблицы 1.4.15

для антенн с размерами апертуры свыше 2 до 4 м <sup>1,2)</sup>								
Уровень АДН, дБ	$\pm 40^\circ$ <sup>3)</sup>		$\pm(40^\circ \dots 15^\circ)$		$\pm(15^\circ \dots 30^\circ)$		$\pm(30^\circ \dots 90^\circ)$	
	-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	$\pm 0,2$	$\pm 1,3$	$\pm 0,2$	$\pm 1,3$	$\pm 0,1$
-10	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	$\pm 0,3$	$\pm 2,0$	$\pm 0,2$	$\pm 1,3$
-15	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$
-20	$\pm 1,6$	$\pm 11,4$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$
-25	$\pm 2,6$	$\pm 19,2$	$\pm 1,6$	$\pm 11,4$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$
-30	$\pm 4,1$	$\pm 31,1$	$\pm 2,4$	$\pm 17,7$	$\pm 1,5$	$\pm 10,7$	$\pm 0,8$	$\pm 5,5$
-35	-	-	$\pm 3,8$	$\pm 28,8$	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$	$\pm 1,2$	$\pm 8,4$
-40	-	-	-	-	$\pm 3,5$	$\pm 26,4$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$
-45	-	-	-	-	-	-	$\pm 2,6$	$\pm 19,2$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,9$	$\pm 29,5$

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;  
 3) –  $\theta = 180\lambda/(\pi D)$ , где  $\lambda$  – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах.

Таблица 1.5 – Доверительные границы погрешности измерений уровней поляризационных диаграмм (ПД) при доверительной вероятности 0,95 для всех облучателей, кроме Satimo SH800 и Satimo SH2000

Доверительные границы погрешности измерений <sup>1)</sup> при доверительной вероятности 0,95			
Размеры апертуры, м	от L <sup>2)</sup> до 2 м <sup>3)</sup>	св. 2 до 4 м <sup>3)</sup>	св. 4 до 6 м <sup>3)</sup>
-5	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$
-10	$\pm 0,8$	$\pm 0,9$	$\pm 1,0$
-15	$\pm 1,3$	$\pm 1,4$	$\pm 1,7$
-20	$\pm 2,0$	$\pm 2,2$	$\pm 2,6$
-25	$\pm 3,2$	$\pm 3,5$	$\pm 4,1$

Примечания:  
 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;  
 2) где  $L \geq 3\lambda$  в диапазоне частот от 0,8 до 1,7 ГГц;  
 где  $L \geq 5\lambda$  в диапазоне частот от 1,7 до 8,2 ГГц;  
 где  $L \geq 8\lambda$  в диапазоне частот от 8,2 до 40 ГГц;  
 3) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры.

Таблица 1.6 – Метрологические характеристики в режиме измерений РЛХ объектов

Наименование характеристики	Значение	
	измерительный канал с ВАЦ E8363C или N5244A	измерительный канал с ВАЦ C4420
Доверительные границы погрешности мер ЭПР при доверительной вероятности 0,95, дБ	$\pm 0,2$	

Продолжение таблицы 1.6

Наименование характеристики	Значение	
	измерительный канал с ВАЦ E8363C или N5244A	измерительный канал с ВАЦ C4420
Остаточная ЭПР безэховой камеры <sup>1)</sup> при продолжительности цикла измерений 1 и 8 часов, дБ (исх. 1 м <sup>2</sup> ), не более при размере пространственного строга в рабочей зоне не менее 10 м		
СНРЕ.685681.008-01, УШЯИ.301554.001-01, НП.01.001, СНРЕ.464653.045, НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046, НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047, НП.01.001-03 и МІ-31-8.2, Satimo SH800		
1 час	-55	-55
8 часов	-50	-50
НП.01.001-04 и МІ-31-12.4		
1 час	-53	-50
8 часов	-50	-50
НП.01.001-05.01 и СНРЕ.464653.048		
1 час	-53	-
8 часов	-50	-
Satimo SH2000 в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц		
1 час	-53	-53
8 часов	-53	-53
Satimo SH2000 в диапазоне частот свыше 12,4 до 18,0 ГГц		
1 час	-44	-44
8 часов	-44	-44

Примечание:

<sup>1)</sup> – при выполнении процедуры компенсации остаточного фона стробирования рабочего объема комплекса при помощи импульсного модулятора и выполнении процедуры спектральной обработки сигналов во временной области.

Таблица 1.7 – Доверительные границы погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95

Доверительные границы погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95 в максимуме диаграммы обратного рассеяния <sup>1)</sup> , дБ			
Тип облучателя	от L <sup>2)</sup> до 2 м <sup>3)</sup>	св. 2 до 4 м <sup>3)</sup>	св. 4 до 6 м <sup>3)</sup>
УШЯИ.464653.001			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±1,1	±1,4	±2,3
на кроссполяризации	±1,8	±1,9	±2,6
СНРЕ.464653.047, МІ-31-8.2, МІ-31-12.4, НП.01.001-02, НП.01.001-03, НП.01.001-04			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±0,9	±1,1	±1,5
на кроссполяризации	±1,2	±1,3	±1,7
СНРЕ.464653.045, СНРЕ.464653.046, НП.01.001, НП.01.001-01, СНРЕ.464653.048, НП.01.001-05			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±1,1	±1,3	±1,9
на кроссполяризации	±1,6	±1,7	±2,1

Продолжение таблицы 1.7

Тип облучателя	от $L^{2)}$ до $2 м^{3)}$	св. 2 до $4 м^{3)}$	св. 4 до $6 м^{3)}$
НП.01.001-05.01			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±0,9	±1,5	-
на кроссполяризации	±1,2	±1,8	-
Satimo SH800 и Satimo SH2000			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±1,3	±1,7	-
на кроссполяризации	±2,1	±2,3	-
Примечания:			
1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;			
2) где $L \geq 3\lambda$ в диапазоне частот от 0,8 до 1,7 ГГц где $L \geq 5\lambda$ в диапазоне частот от 1,7 до 8,2 ГГц где $L \geq 8\lambda$ в диапазоне частот от 8,2 до 40 ГГц			
3) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;			
4) – уровень кроссполяризации минус 10 дБ.			

Таблица 1.8 – Доверительные границы погрешности измерений уровней ДОР при доверительной вероятности 0,95 (8 часов)

Доверительные границы погрешности измерений <sup>1)</sup> при доверительной вероятности 0,95			
Размеры апертуры, м	от $L^{2)}$ до $2 м^{3)}$	св. 2 до $4 м^{3)}$	св. 4 до $6 м^{3)}$
Уровень ДОР, дБ			
Облучатель УШЯИ.464653.001			
-5	±0,3	±0,5	±1,0
-10	±0,6	±0,8	±1,7
-15	±1,0	±1,4	±2,8
-20	±1,5	±2,2	±4,4
-25	±2,5	±3,4	-
-30	±3,8	-	-
Облучатель СНРЕ.464653.045			
-5	±0,3	±0,3	±0,3
-10	±0,5	±0,6	±0,6
-15	±0,9	±0,9	±0,9
-20	±1,3	±1,4	±1,4
-25	±2,0	±2,2	±2,2
-30	±3,1	±3,3	±3,3
-35	±4,8	-	-
Облучатель НП.01.001			
-5	±0,3	±0,3	±0,3
-10	±0,6	±0,5	±0,6
-15	±0,9	±0,8	±1,0
-20	±1,4	±1,1	±1,5
-25	±2,2	±1,7	±2,3
-30	±3,3	±2,6	±3,6
-35	-	±4,1	-

Продолжение таблицы 1.8

Размеры апертуры, м	от L <sup>2)</sup> до 2 м <sup>3)</sup>	св. 2 до 4 м <sup>3)</sup>	св. 4 до 6 м <sup>3)</sup>
Уровень ДОР, дБ			
Облучатель СНРЕ.464653.046			
-5	±0,3	±0,3	±0,5
-10	±0,6	±0,6	±0,9
-15	±1,0	±1,0	±1,4
-20	±1,5	±1,5	±2,2
-25	±2,4	±2,5	±3,5
-30	±3,8	±3,8	-
Облучатель НП.01.001-01			
-5	±0,4	±0,3	±0,5
-10	±0,7	±0,6	±0,8
-15	±1,2	±1,0	±1,4
-20	±1,8	±1,5	±2,2
-25	±2,8	±2,5	±3,4
-30	±4,3	±3,8	-
Облучатель СНРЕ.464653.047			
-5	±0,3	±0,4	±0,4
-10	±0,5	±0,7	±0,8
-15	±0,8	±1,1	±1,3
-20	±1,2	±1,7	±2,0
-25	±1,9	±2,6	±3,1
-30	±3,0	±4,1	±4,8
-35	±4,6	-	-
Облучатель НП.01.001-02			
-5	±0,3	±0,3	±0,5
-10	±0,5	±0,6	±0,8
-15	±0,8	±1,0	±1,3
-20	±1,1	±1,4	±2,1
-25	±1,8	±2,3	±3,3
-30	±2,7	±3,5	±5,0
-35	±4,2	-	-
Облучатель МІ-31-8.2			
-5	±0,2	±0,3	±0,3
-10	±0,4	±0,5	±0,6
-15	±0,7	±0,9	±1,0
-20	±1,0	±1,3	±1,5
-25	±1,6	±2,1	±2,4
-30	±2,4	±3,2	±3,7
-35	±3,7	±4,9	-
Облучатель НП.01.001-03			
-5	±0,2	±0,3	±0,4
-10	±0,4	±0,6	±0,8

Продолжение таблицы 1.8

Размеры апертуры, м	от L <sup>2)</sup> до 2 м <sup>3)</sup>	св. 2 до 4 м <sup>3)</sup>	св. 4 до 6 м <sup>3)</sup>
Уровень ДОР, дБ			
<b>Облучатель НП.01.001-03</b>			
-15	±0,7	±0,9	±1,2
-20	±1,0	±1,4	±1,9
-25	±1,6	±2,2	±3,0
-30	±2,3	±3,4	±4,7
-35	±3,6	±5,2	±7,0
<b>Облучатель МП-31-12.4</b>			
-5	±0,3	±0,3	±0,3
-10	±0,5	±0,5	±0,6
-15	±0,8	±0,8	±1,0
-20	±1,2	±1,1	±1,5
-25	±1,9	±1,8	±2,4
-30	±2,9	±2,7	±3,6
-35	±4,4	±4,1	±5,5
<b>Облучатель НП.01.001-04</b>			
-5	±0,3	±0,3	±0,5
-10	±0,5	±0,6	±0,9
-15	±0,8	±0,9	±1,4
-20	±1,1	±1,4	±2,2
-25	±1,8	±2,2	±3,5
-30	±2,8	±3,4	±5,3
<b>Облучатель НП.01.001-05</b>			
-5	±0,5	±0,5	±0,6
-10	±0,9	±0,9	±1,0
-15	±1,4	±1,5	±1,7
-20	±2,2	±2,3	±2,6
-25	±3,5	±3,6	±4,1
<b>Облучатель НП.01.001-05.01</b>			
-5	±0,3	±0,6	-
-10	±0,6	±1,0	-
-15	±1,0	±1,7	-
-20	±1,4	±2,6	-
-25	±2,3	±4,1	-
-30	±3,5	±6,2	-
<b>Облучатель СНРЕ.464653.048</b>			
-5	±0,3	±0,6	±0,8
-10	±0,5	±1,1	±1,3
-15	±0,9	±1,7	±2,2
-20	±1,3	±2,7	±3,4
-25	±2,0	±4,3	±5,3
-30	±3,1	±6,4	±7,8

Продолжение таблицы 1.8

Размеры апертуры, м	от $L^2)$ до $2 м^3)$	св. 2 до $4 м^3)$	св. 4 до $6 м^3)$
Уровень ДОР, дБ			
Облучатель Satimo SH800, S-диапазон			
-5	±0,6	±0,5	-
-10	±1,0	±0,9	-
-15	±1,6	±1,5	-
-20	±2,6	±2,4	-
-25	±4,0	±3,8	-
Облучатель Satimo SH800, C1-диапазон			
-5	±0,4	±0,5	-
-10	±0,7	±1,0	-
-15	±1,1	±1,6	-
-20	±1,8	±2,5	-
-25	±2,8	±3,9	-
-30	±4,3	±5,9	-
Облучатель Satimo SH800, C2-диапазон			
-5	±0,6	±0,5	-
-10	±1,0	±0,9	-
-15	±1,7	±1,5	-
-20	±2,6	±2,3	-
-25	±4,1	±3,7	-
Облучатель Satimo SH2000, X-диапазон			
-5	±0,3	±0,4	-
-10	±0,6	±0,6	-
-15	±1,0	±1,0	-
-20	±1,5	±1,6	-
-25	±2,3	±2,5	-
-30	±3,6	±3,8	-
Облучатель SH2000, Ku-диапазон			
-5	±0,4	±0,4	-
-10	±0,7	±0,7	-
-15	±1,2	±1,1	-
-20	±1,9	±1,7	-
-25	±2,9	±2,7	-
-30	±4,5	±4,1	-

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) где  $L \geq 3\lambda$  в диапазоне частот от 0,8 до 1,7 ГГц;  
где  $L \geq 5\lambda$  в диапазоне частот от 1,7 до 8,2 ГГц;  
где  $L \geq 8\lambda$  в диапазоне частот от 8,2 до 40 ГГц;
- 3) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки комплекса должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение размера рабочей зоны комплекса, неравномерности амплитуды и фазы, относительного уровня кроссполяризации электромагнитного поля	Да	Да	10.1
Определение инструментальной погрешности измерений амплитудных диаграмм направленности (далее – АДН) при доверительной вероятности 0,95	Да	Да	10.2
Определение погрешности измерений КУ методом замещения при доверительной вероятности 0,95	Да	Нет	10.3
	Нет	Да	10.4
Определение погрешности измерений уровней АДН и фазовых диаграмм направленности (ФДН) при доверительной вероятности 0,95	Да	Нет	10.5
	Нет	Да	10.6
Определение погрешности измерений уровней поляризационных диаграмм (ПД) при доверительной вероятности 0,95	Да	Нет	10.7
	Нет	Да	10.8
Определение погрешности мер ЭПР при доверительной вероятности 0,95	Да	Да	10.9
Проверка остаточной ЭПР безэховой камеры	Да	Да	10.10
Определение погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95	Да	Нет	10.11
	Нет	Да	10.12
Определение погрешности измерений уровней ДОР при доверительной вероятности 0,95	Да	Нет	10.13
	Нет	Да	10.14

2.2 Допускается проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений по частоте, соответствующих рабочим диапазонам частот используемых облучателей радиоколлиматора из состава комплекса.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается, и комплекс признается непригодным к применению.

2.4 Обработку результатов измерений проводить с использованием программ Microsoft Excel, MatLab, Mathcad или других математических программных продуктов.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки комплекса должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения поверки комплекса

Наименование параметра	Значение
Параметры электропитания от сети переменного тока: – напряжение, В – частота, Гц	от 198 до 242 от 49 до 51
Рабочие условия применения: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность окружающего воздуха при температуре +20 °С, % – атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 от 30 до 70 от 84 до 106

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений, имеющими опыт работы в области антенных измерений не менее 3-х лет и квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом СНРЕ.410111.058РЭ «Комплекс измерительный автоматизированный – компактный полигон АИК-КП. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ).

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки комплекса должны быть применены средства измерений (далее – СИ) и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений и вспомогательное оборудование для поверки комплекса

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.2 Контроль условий поверки	СИ температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,2$ °С. СИ атмосферного давления окружающей среды в диапазоне измерений от 630 до 800 мм рт. ст. с абсолютной погрешностью $\pm 3$ гПа.	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-12*. Измерители температуры цифровые Fluke серии II моделей 51, 52, 53, 54, рег. № 76835-19*.

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью <math>\pm 2</math> %.</p> <p>СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 198 до 242 В, с относительной погрешностью <math>\pm 1</math> %.</p> <p>СИ частоты питающей сети в диапазоне от 49,5 до 50,5 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,5 Гц.</p>	<p>Мультиметры цифровые Testo 760-2, рег. № 65373-16*.</p> <p>Мультиметры цифровые Fluke 87V MAX, рег. № 80953-21*.</p>
<p>10.1 Определение размера рабочей зоны комплекса, неравномерности амплитуды и фазы, относительного уровня кроссполяризации электромагнитного поля</p>	<p>СИ расстояний абсолютным дальномером в диапазоне измерений от 1 до 60 м, диапазон измерений горизонтальных углов <math>\pm 360^\circ</math>, диапазон измерений вертикальных углов <math>\pm 145^\circ</math>.</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения расстояний с применением интерферометра <math>\pm 10</math> мкм/м, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения горизонтальных и вертикальных углов <math>\pm (15 + 6L)</math> мкм, где L – измеряемая длина в метрах.</p> <p>Вспомогательное оборудование с диапазоном перемещений по линейной оси не менее 2 м.</p> <p>Вспомогательное оборудование с диапазоном частот от 0,8 до 40,0 ГГц.</p>	<p>Система лазерная измерительная FARO LASER TRACKER (рег. № 29759-05)* (далее – КИМ FARO Laser Tracker).</p> <p>– сканер линейный;</p> <p>– зонды в виде открытых концов волноводов разных сечений.</p>
<p>10.2 Определение инструментальной погрешности измерений АДН при доверительной вероятности 0,95</p>	<p>Эталон ослабления от 0 до минус 50 дБ в диапазоне частот от 0,8 МГц до 40 ГГц, соответствующие требованиям к эталонам на ниже 2 разряда в соответствии с приказом</p>	<p>Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383, рег. № 48355-11* (далее – ВАЦ ZVA50).</p>

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	СИ ослабления от 0 до минус 60 дБ в диапазоне частот от 0,8 до 40 ГГц с погрешностью не более 1,2 дБ.	Аттенюатор ступенчатый программируемый 84908М (рег. № 60239-15) (далее – аттенюатор 84908М).
10.3 Определение погрешности измерений КУ методом замещения при доверительной вероятности 0,95	СИ (эталон) воспроизведения плотности потока энергии электромагнитного поля с коэффициентом усиления от 5 до 40 дБ в диапазоне частот от 0,8 до 40 ГГц. Пределы допускаемой погрешности измерения коэффициента усиления антенн до $\pm 0,25$ дБ.  Эталоны ослабления от 0 до минус 50 дБ в диапазоне частот от 0,8 до 40 ГГц, соответствующие требованиям к эталонам на ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383	Государственный эталон единицы коэффициента усиления измерительных антенн в диапазоне значений от 5 до 40 дБ в диапазоне частот от 0,8 до 50 ГГц (рег. № 3.1.ZZT.0437.2023) (далее – ГЭТ КУ). ВАЦ ZVA50.
10.9 Определение погрешности мер ЭПР при доверительной вероятности 0,95	СИ длины в диапазоне от 0 до 400 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ мм.	Штангенциркуль ШЦ-П-400 (рег. № 36677-08).
Примечание: * – рег. №__ – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ).		

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемого комплекса с требуемой точностью.

5.3 Средства измерений (эталоны) должны быть исправны, поверены и иметь актуальные сведения о пригодности в ФИФ ОЕИ.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на составные элементы комплекса и средства поверки.

6.2 Перемещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра комплекса проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку комплекса путем сличения с данными, приведенными в документе СНРЕ.410111.058ПС «Комплекс измерительный автоматизированный – компактный полигон АИК-КП. Паспорт» (далее – ПС);

– наличие актуальных сведений о пригодности в ФИФ ОЕИ на каждый анализатор цепей векторный (далее – ВАЦ), четырехкоординатный модульный позиционер (далее – МРЧД) и КИМ FARO Laser Tracker;

– отсутствие видимых механических и электрических повреждений составных частей комплекса, влияющих на его нормальную работу;

– состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;

– наружную поверхность элементов комплекса, в том числе управляющих и питающих;

– наличие радиопоглощающих материалов на поворотных устройствах и стенах помещения в зонах зеркальных переотражений;

– состояние органов управления.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

– комплектность, маркировка и пломбировка комплекса соответствуют ПС;

– каждый ВАЦ, МРЧД и FARO LASER TRACKER имеют актуальные сведения о пригодности в ФИФ ОЕИ;

– составные части комплекса не имеют механических и электрических повреждений, влияющих на их нормальную работу;

– отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий, маркировки четкие;

– управляющие и питающие кабели не имеют механических и электрических повреждений;

– органы управления закреплены прочно и без перекосов, действуют плавно и обеспечивают надежную фиксацию;

– отражающие элементы вблизи рабочей зоны комплекса укрыты радиопоглощающими материалами;

– все надписи на органах управления и индикации четкие и соответствуют их функциональному назначению.

7.3 Комплекс, не удовлетворяющий требованиям п. 7.2, к поверке не допускается.

## 8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Включить персональные компьютеры (далее – ПК), для этого:

– на блоке источника бесперебойного питания нажать кнопку ВКЛ;

– нажать на системном блоке ПК кнопку включения;

– включить монитор.

После загрузки операционной системы WINDOWS 11 на экране монитора ПК наблюдать иконки программ «antennai», «rcsi» и «scaneri».

8.2 Результаты идентификации ПО считать положительными, если полученные идентификационные данные (признаки) ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	antennai.exe	rcsi.exe	scaneri.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.0	3.0	2.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) по алгоритму MD5	–	–	–

В противном случае результаты проверки соответствия ПО считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## **9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

### **9.1 Подготовка к поверке**

9.1.1 Проверить наличие эксплуатационной документации.

9.1.2 Подготовить средства поверки к проведению измерений в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

### **9.2 Контроль условий поверки**

9.2.1 Провести измерения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха, параметров электропитания сети и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.2 Результаты контроля условий поверки считать положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха, параметров электропитания сети и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка, соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

В противном случае результаты контроля условий поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

### **9.3 Опробование**

9.3.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ.

9.3.2 Проверить работоспособность аппаратуры комплекса путем проверки отсутствия сообщений об ошибках и неисправностях при загрузке программных продуктов ПО «antennai.exe», «rcsi.exe» и «scaneri.exe».

9.3.3 Проверить работоспособность приводов радиотехнической опоры со встроенным двухкоординатным позиционером (далее – РТО с ДКП) и ЧКМП.

9.3.4 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если:

– при загрузке программных продуктов «antennai.exe», «rcsi.exe» и «scaneri.exe» сообщения об ошибках и неисправностях отсутствуют;

– все приводы РТО с ДКП и ЧКМП работоспособны.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, комплекс бракуется и подлежит ремонту.

## **10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

**10.1 Определение размера рабочей зоны комплекса, неравномерности амплитуды и фазы, относительного уровня кроссполяризации электромагнитного поля**

10.1.1 Подготовить Комплекс для измерений амплитудно-фазового распределения (АФР) поля радиоколлиматора в соответствии с РЭ.

10.1.2 Установить на сканер зонд для приёма электромагнитного поля в частотном диапазоне, согласованном с частотным диапазоном используемого облучателя радиоколлиматора. Типы антенн-зондов, используемых при измерениях, выбирать в соответствии с таблицей 6.

Измерения проводить поочередно в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Коррекция траектории движения зонда и несовпадения плоскостей сканирования с плоскостью фазового фронта ЭМП осуществляется для каждого сечения отдельно.

10.1.3 На подвижную каретку линейного сканера установить уголкового отражателя (УО) из состава КИМ FARO Laser Tracker, измерительный блок установить внутри безэховой камеры со стороны зеркала коллиматора.

10.1.4 Записать траекторию движения УО при перемещении каретки сканера поочередно в вертикальной и горизонтальной плоскостях в диапазонах перемещения зонда. При помощи программного обеспечения КИМ FARO Laser Tracker рассчитать отклонение траектории УО вдоль направления распространения рассеянного зеркалом коллиматора ЭМП относительно линейного тренда траектории УО от координат каретки  $\Delta l(x_i)$  (где  $\Delta l(x_i) < 0$  при смещении каретки в направлении зеркала коллиматора (рисунок 1).

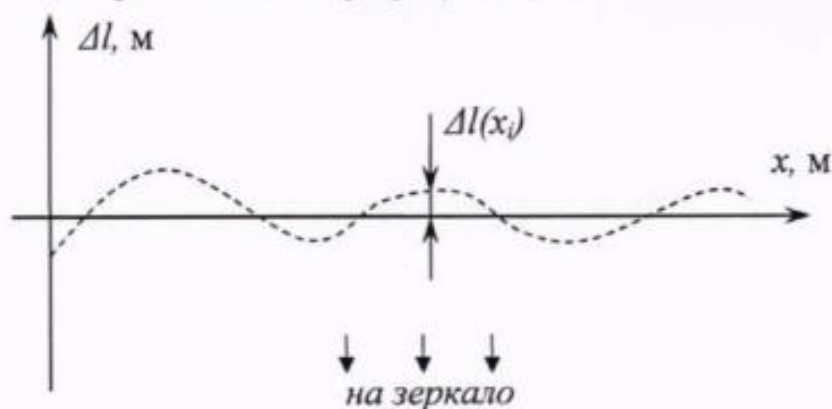


Рисунок 1 – К расчету отклонения траектории каретки сканера (УО)

10.1.5 Сконфигурировать радиочастотный тракт для измерений АФР поля радиоколлиматора в выбранном частотном поддиапазоне.

10.1.6 Установить параметры сканирования, указанные в таблице 6.

Измеряются вертикальное и горизонтальное сечения распределений ЭМП, пересекающие центр рабочей зоны.

Количество измеряемых частот должно быть не менее 3 для каждого облучателя радиоколлиматора (включая крайние частоты поддиапазона).

Таблица 6 – Параметры сканирования при измерениях

Поддиапазон частот, ГГц	Тип облучателя	Тип антенны-зонда	Шаг перемещения, мм, не более	Диапазон перемещения, мм
0,8...1,2	СНРЕ.685681.008-01	Orbit/FR AL-2305-0.75-N	100	±3000
1,0...1,1	УШЯИ.685681.008	Orbit/FR AL-2305-0.75-N	80	±3000
1,1...1,7	УШЯИ.685681.008	Orbit/FR AL-2305-1.12-N	80	±3000
1,7...2,0	УШЯИ.685681.008	Orbit/FR AL-2305-1.7-N	80	±3000
2,6...3,95	СНРЕ.464653.045 или НПЛ.01.001	Orbit/FR AL-2305-2.6-N	35	±3000
3,95...5,85	НПЛ.01.001-01 или СНРЕ.464653.046	Orbit/FR AL-2305-3.95-N	25	±3000

Продолжение таблицы 6

Поддиапазон частот, ГГц	Тип облучателя	Тип антенны-зонда	Шаг перемещения, мм, не более	Диапазон перемещения, мм
5,85...8,2	НП.01.001-02 или СНРЕ.464653.047	Orbit/FR AL-2305-5.85-N	18	±3000
8,2...12,4	НП.01.001-03 или МІ-31-8.2	Orbit/FR AL-2305-8.2-N	12	±3000
12,4...18,0	НП.01.001-04 или МІ-31-12.4	Orbit/FR AL-2305-12.4-N	8	±3000
26,0...40,0	НП.01.001-05 или СНРЕ.464653.048	Orbit/FR AL-2305-26.5-N	3,5	±3000
26,0...40,0	НП.01.001-05.01	Orbit/FR AL-2305-26.5-N	3,5	±2000
2,6...3,95	Satimo SH800	Orbit/FR AL-2305-2.6-N	35	±2000
3,95...5,85	Satimo SH800	Orbit/FR AL-2305-3.95-N	25	±2000
5,85...8,2	Satimo SH800	Orbit/FR AL-2305-5.85-N	18	±2000
8,2...12,4	Satimo SH2000	Orbit/FR AL-2305-8.2-N	12	±2000
12,4...18,0	Satimo SH2000	Orbit/FR AL-2305-12.4-N	8	±2000

10.1.7 Путём размыкания радиочастотного тракта убедиться, что отношение сигнал/шум на согласованной поляризации ЭМП составляет не менее 60 дБ. При невыполнении указанного условия изменить параметры обзора ВАЦ и/или установить в радиочастотный тракт малошумящий усилитель, повторить проверку отношения сигнал/шум.

10.1.8 Выполнить измерения зависимостей амплитуды  $A'(x)$  и фазы  $\Phi'(x)$  измеряемого коэффициента передачи на вертикальной и горизонтальной поляризациях, в горизонтальном и вертикальном сечениях, проходящих через центр рабочей зоны радиоколлиматора, на согласованной поляризации и кроссполяризации. Измерения проводить в произвольном порядке для всех частотных поддиапазонов из таблицы 6.

10.1.9 Исключить из измеренного фазового распределения линейное отклонение, обусловленное неперпендикулярностью установки направляющей рельсы сканера направлению распространения ЭМП. Для этого аппроксимировать измеренную зависимость фазы  $\Phi'(x_i)$  линейной функцией  $\Phi_{лин}(x_i)$  методом наименьших квадратов (рисунок 2).

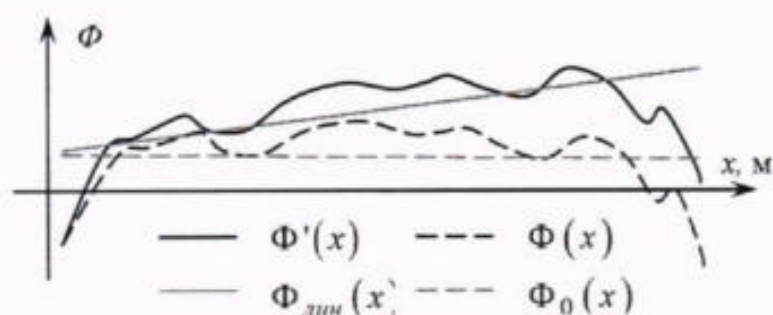


Рисунок 2 - К расчету фазового распределения

10.1.10 Рассчитать фазовое распределение ЭМП по формуле (1):

$$\Phi(x_i) = \Phi'(x_i) - \Phi_{\text{лин}}(x_i) - \frac{360}{\lambda} \Delta l(x_i), \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны ЭМП, м;

$\Phi'(x_i), \Phi_{\text{лин}}(x_i), \Phi(x_i)$  – относительные фазы, градус.

10.1.11 Аппроксимировать зависимость  $\Phi(x_i)$  линейной функцией  $\Phi_0(x_i)$  методом наименьших квадратов.

10.1.12 Построить полученные пространственные распределения амплитуды  $A_j(x_i)$ , фазы  $\Phi_j(x_i)$  и кроссполяризации  $K_j(x_i)$  пределах зон размерами 6×8 и 4×8 м. Исключить из полученных распределений 5 % значений, имеющих наибольшее отклонение от среднего значения. Определить максимальную неравномерность амплитуды  $\Delta A$  и фазы  $\Delta \Phi$  на согласованной поляризации в каждом диапазоне частот по следующим формулам (2-4):

$$\Delta A = \max_j \left( \max_i A_j(x_i) - \min_i A_j(x_i) \right), \quad (2)$$

$$\Delta \Phi = \max_j \left( \max_i \Phi_j(x_i) - \min_i \Phi_j(x_i) \right) \quad (3)$$

где  $A_j(x_i)$  – амплитуда ЭМП в  $i$ -й точке пространства для  $j$ -го сечения, дБ;

$\Phi_j(x_i)$  – фаза ЭМП в  $i$ -й точке пространства для  $j$ -го сечения, градус;

а также максимальный уровень кроссполяризации

$$K_j = \max_j \left( K_j(x_i) - \max_i A_j(x_i) \right). \quad (4)$$

10.1.13 Результаты поверки считать положительными, если в рабочей зоне с диаметрами 6 и 4 м характеристики АФР соответствуют значениям, указанным в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристики ЭМП в рабочей зоне для разных облучателей

Наименование характеристики	Значение	
	Ø6 м	Ø4 м
Неравномерность амплитуды, дБ, не более, для облучателя:		
СНРЕ.464653.057	3,2	3,2
УШЯИ.464653.001	3,0	2,8
НП.01.001 и СНРЕ.464653.045	2,4	1,8
НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046	2,1	2,0
НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047	2,0	1,5
НП.01.001-03 и МІ-31-8.2	2,0	1,5
НП.01.001-04 и МІ-31-12.4	2,0	1,3
НП.01.001-05	3,2	3,0
НП.01.001-05.01	-	3,5
СНРЕ.464653.048	2,4	1,8
Satimo SH800 и Satimo SH2000	-	2,5

Продолжение таблицы 7

Наименование характеристики	Значение	
	Ø6 м	Ø4 м
Неравномерность фазы, градус, не более, для облучателя:		
СНРЕ.464653.057	23	20
УШЯИ.464653.001	18	18
НП.01.001 и СНРЕ.464653.045	16	13
НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046	13	13
НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047	11	9
НП.01.001-03 и МІ-31-8.2	10	9
НП.01.001-04 и МІ-31-12.4	14	11
НП.01.001-05	28	20
НП.01.001-05.01	-	25
СНРЕ.464653.048	32	22
Satimo SH800 и Satimo SH2000	-	17
Относительный уровень кроссполяризации, дБ, не более, для облучателя:		
СНРЕ.464653.057	-23	-25
УШЯИ.464653.001	-20	-25
НП.01.001 и СНРЕ.464653.045	-20	-23
НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046	-20	-23
НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047	-20	-23
НП.01.001-03 и МІ-31-8.2	-20	-23
НП.01.001-04 и МІ-31-12.4	-22	-24
НП.01.001-05	-21	-23
НП.01.001-05.01	-	-23
СНРЕ.464653.048	-20	-22
Satimo SH800	-	-20
Satimo SH2000	-	-17

### 10.2 Определение инструментальной погрешности измерений АДН при доверительной вероятности 0,95

10.2.1 Измерения выполнять для комбинаций облучателей и рупоров измерительных из состава комплекса, указанных в табл. 6.

10.2.2 На ЧКМП установить антенну измерительную МІ-12-0.75. Подключить вход антенны к измерительному тракту. Поляризацию антенны установить согласованной с поляризацией поля коллиматора, а ось симметрии совместить с горизонтальной плоскостью и направить на центр зеркала коллиматора.

Подключить аттенюатор 84908М в приёмную часть СВЧ тракта комплекса до первого каскада усиления (при наличии).

10.2.3 ВАЦ установить в режим измерений коэффициента передачи ( $S_{21}$  или  $S_{12}$ ) со следующими параметрами:

- диапазон частот и шаг по частоте – в соответствии с табл. 6;
- выходная мощность ВАЦ – максимальная, обеспечивающая режим работы приёмного тракта без компрессии;
- ширина полосы фильтра ПЧ (IF Bandwidht) – 100 Гц.

10.2.4 Провести измерения коэффициента передачи  $A_{дБ}(f)$  в диапазоне ослаблений  $x$  аттенюатора 84908М от 0 до 50 дБ с шагом 10 дБ. Результаты зафиксировать в виде файлов с табличными данными.

10.2.5 Повторить операции пп. 10.2.2 – 10.2.4 для антенн измерительных МІ-12-1.1, МІ-12-1.7, МІ-12-2.6, МІ-12-3.9, МІ-12-5.8, МІ-12-8.2, МІ-12-12 и МІ-12А-26.

10.2.6 Подключить аттенюатор 84908М к ВАЦ ZVA50 с использованием фазостабильных кабельных сборок длиной не более 2 м каждая. Установить следующие параметры измерений:

- диапазон частот и шаг по частоте – аналогично п. 10.2.3;
- выходная мощность ВАЦ ZVA50 – максимальная, обеспечивающая режим работы приёмного канала с уровнем компрессии не более 0,05 дБ (уровень компрессии проверяется путём записи измеряемой «трассы» при заданном уровне мощности передатчика в память и сравнении её текущей «трассой» при уровне мощности, уменьшенном на 5...10 дБ);
- ширина полосы фильтра ПЧ (IF Bandwidth) – 100 Гц.

10.2.7 Установить на аттенюаторе ослабление 0 дБ, выполнить нормализацию шкалы ВАЦ по измеряемой «трассе». Далее, установить на аттенюаторе ослабление 90 дБ, отключить один из кабелей от аттенюатора.

В случае, если измеряемый коэффициент передачи при разомкнутом тракте составляет не более минус 80 дБ, то подключить кабельную сборку к аттенюатору и перейти к выполнению следующего пункта. В противном случае, добиться обеспечения требуемого значения динамического диапазона путём уменьшения ширины полосы фильтра ПЧ или увеличения количества усреднений.

10.2.8 Провести измерения коэффициента передачи  $B_{\text{дБ}}(f)$  в диапазоне ослаблений  $x$  аттенюатора от 0 до 50 дБ с шагом 10 дБ. Результаты зафиксировать в виде файлов с табличными данными.

10.2.9 Рассчитать значения инструментальной погрешности измерений АДН при доверительной вероятности 0,95 в децибелах в диапазоне частот по формуле (5):

$$C_{x\text{дБ}} = \pm 10 \lg \left( 1 + \frac{1,96S_H + \theta_H}{S_H + \theta_H} \sqrt{\theta_H^2 + S_H^2} \right), \quad (5)$$

где  $S_H$  - среднее квадратическое отклонение среднего арифметического, вычисляемое согласно п. 5.4 ГОСТ 8.736-2011 на основе  $U_{\text{дБ}}(f)$ ;

$\theta_H$  - среднее арифметическое отклонения  $U_{\text{дБ}}(f)$ ;

$$U_{\text{дБ}}(f) = 10^{0,1[A_{\text{дБ}}(f) - A_{0\text{дБ}}(f)] - [B_{\text{дБ}}(f) - B_{0\text{дБ}}(f)]} - 1.$$

10.2.10 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 находятся в доверительных границах, указанных в таблице 8.

Таблица 8 – Доверительные границы инструментальной погрешности измерений АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95

Наименование характеристики	Значение
Доверительные границы инструментальной погрешности измерений АДН при доверительной вероятности 0,95, дБ, на уровнях:	
до -10 дБ	±0,2
до -20 дБ	±0,3
до -30 дБ	±0,4
до -40 дБ	±0,5
до -50 дБ	±0,6

### 10.3 Определение погрешности измерений КУ методом замещения при доверительной вероятности 0,95

#### 10.3.1 Определение КСВН входа измерительных антенн

10.3.1.1 Определение КСВН входа антенн проводить относительно волнового сопротивления 50 Ом с применением ВАЦ ZVA50 в соответствии с ЭД на него.

10.3.1.2 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах:

- антенна измерительная МІ-12-0.75 от 0,8 до 1,1 ГГц включ. с шагом не более 5 МГц;
- антенна измерительная МІ-12-1.1 от 1,1 до 1,7 ГГц включ. с шагом не более 5 МГц;
- антенна измерительная МІ-12-1.7 от 1,7 до 2,6 ГГц включ. с шагом не более 5 МГц;
- антенна измерительная МІ-12-2.6 от 2,6 до 3,9 ГГц включ. с шагом не более 10 МГц;
- антенна измерительная МІ-12-3.9 от 3,9 до 5,9 ГГц включ. с шагом не более 10 МГц;
- антенна измерительная МІ-12-5.8 от 5,8 до 8,2 ГГц включ. с шагом не более 10 МГц;
- антенна измерительная МІ-12-8.2 от 8,2 до 12,4 ГГц включ. с шагом не более 50 МГц;
- антенна измерительная МІ-12-12 от 12,4 до 18 ГГц включ. с шагом не более 50 МГц;
- антенна измерительная МІ-12А-26 от 26 до 40 ГГц включ. с шагом не более 50 МГц.

10.3.1.3 При измерении КСВН испытуемую антенну ориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов и на удалении от них не менее 3 м.

10.3.1.4 В соответствии с руководством по эксплуатации ВАЦ ZVA50 провести измерение КСВН. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

10.3.1.5 Результаты измерений считать положительными, если значения КСВН в диапазоне рабочих частот не превышают 1,8. В противном случае результаты измерений считать отрицательными и последующие операции не проводить.

#### 10.3.2 Определение погрешности КУ измерительных антенн

10.3.2.1 Провести измерения КУ МІ-12-0.75, МІ-12-1.1, МІ-12-1.7, МІ-12-2.6, МІ-12-3.9, МІ-12-5.8, МІ-12-8.2, МІ-12-12 и МІ-12А-26 на ГЭТ КУ.

10.3.2.2 Рассчитать погрешность КУ измерительных антенн из состава комплекса по формуле (6):

$$\Delta G = |G_{II} - G_H|, \quad (6)$$

где  $G_{II}$  и  $G_H$  - значение КУ из документации и измеренное значение, соответственно, дБ.

#### 10.3.3 Расчёт составляющей погрешности из-за неравномерности поля радиоколлиматора

10.3.3.1 В качестве исходных данных о характеристиках испытываемых антенн использовать модель антенны со следующими характеристиками:

- КУ исследуемой антенны измеряется в максимуме ДН антенны;
- предельное значение КСВН антенн составляют 1,8;
- распределение амплитуды по закону «косинусным на пьедестале» (размер пьедестала по амплитуде – 0,5) и равномерное распределение фазы ЭМП вдоль апертуры (7):

$$E_M(x_i) = \sqrt{0,5 \cos\left(\frac{\pi x_i}{l} - \frac{\pi}{2}\right) + 0,5}, \quad (7)$$

где  $l$  – протяженность апертуры, м.

Протяжённость апертуры изменять в пределах:

- от  $6\lambda$  до 6 м с шагом не более 300 мм в диапазоне частот от 0,8 до 2 ГГц;
- от  $10\lambda$  до 6 м с шагом не более 200 мм в диапазоне частот от 2,6 до 8,2 ГГц;
- от 0,3 до 6 м с шагом не более 100 мм в диапазоне частот от 8,2 до 40 ГГц.

10.3.3.2 Выполнить преобразование Фурье от пространственного распределения ЭМП для перехода к его угловому распределению (8):

$$D_M(\varphi_i) = \text{DFT}^{+1} \left\{ \frac{E_M(x_i)}{\sum_i E_M(x_i)} \right\}, \quad (8)$$

где  $\text{DFT}^{+1}\{\cdot\}$  – символ прямого дискретного преобразования Фурье,

$$\varphi_i = \left| \arcsin \left( \lambda \frac{i - 0,5I}{I \cdot \Delta x} \right) \right| - \text{полярный угол, градус;}$$

$i$  и  $I$  – номер пространственного отсчёта и их общее количество, соответственно;

$\Delta x$  – шаг между пространственными отсчётами, м.

10.3.3.3 Выполнить преобразование Фурье от «реального» пространственного распределения ЭМП, определяемого как поэлементное произведение модели  $E_M(x_i)$  и соответствующего её размерам отрезка измеренного сечения амплитудно-фазового распределения  $E_0(x_i)$ , по формуле (9):

$$D(\varphi_i) = \text{DFT}^{+1} \left\{ \frac{E_M(x_i) E_0(x_i)}{\sum_i E_M(x_i)} \right\}. \quad (9)$$

$$E_0(x_i) = 10^{A(x_i)/20} \exp\left[\sqrt{-1}\pi\Phi(x_i)/180\right]$$

10.3.3.4 Рассчитать погрешность из-за неравномерности амплитудно-фазового распределения ЭМП как отношение максимумов диаграмм направленности «реального»  $D(\varphi_i)$  и идеального  $D_M(\varphi_i)$  АФР измеряемой антенны, приведённых к максимумам диаграммы направленности «реального» и идеального АФР эталонной антенны. При этом в качестве эталонной антенны принимаются результаты вычислений на отрезке сечения АФР, длина которого соответствует длине апертуры (из двух габаритов принимать наименьшее значение) эталонной антенне для соответствующего диапазона частот. Расчёты выполнять по формуле (10).

$$\delta E = \sqrt{\frac{\max_i |D(\varphi_i)| \cdot \max_i |D_M^{3A}(\varphi_i)|}{\max_i |D^{3A}(\varphi_i)| \cdot \max_i |D_M(\varphi_i)|}} - 1. \quad (10)$$

10.3.3.5 Повторить вычисления пп. 10.3.3.1-10.3.3.4 для вертикального и горизонтального сечений измеренного распределения амплитуды и фазы в рабочей зоне  $A(y_i)$  и  $\Phi(y_i)$  на каждой частоте. В качестве итогового значения  $\delta E_{\text{И}}$  принять максимальное значение для вертикального и горизонтального измеренных сечений распределения амплитуды и фазы в рабочей зоне для возможных значений протяженности апертуры  $l$  для каждого частотного поддиапазона и облучателя радиоколлиматора.

10.3.4 Расчёт суммарной погрешности измерений

10.3.4.1 Определение доверительных границ погрешности измерений КУ при доверительной вероятности 0,95 проводить в соответствии с ГОСТ 8.736-2011 на основе частных составляющих суммарной погрешности по формуле (11):

$$\delta G = \pm 10 \lg \left( 1 + 1,1 \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \theta_4^2 + \theta_5^2 + \theta_6^2} \right), \quad (11)$$

где  $\theta_1 = 10^{0,1\Delta G} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной погрешностью КУ эталонной антенны;

$\theta_2 = 10^{0,1C_{2006}} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной инструментальной погрешностью приемного устройства  $C_{2006}$  [дБ], определяемой в п. 10.2.9 для уровня минус 20 дБ;

$\theta_3 = 10^{0,05\Delta\bar{A}} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной неравномерностью амплитудно-фазового распределения ЭМП в пределах апертуры эталонной антенны, где  $\Delta\bar{A}$  – усреднённое значение неравномерности амплитуды  $A_j(x_j)$  по сечениям и частотам  $j$  в пределах выборки  $X_j$  в центре зоны сканирования, соответствующей размерам апертуры измерительной антенны МП-12-х;

$\theta_4 = \delta E_{\text{И}}$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной неравномерностью амплитудно-фазового распределения ЭМП в пределах апертуры испытываемой антенны;

$\theta_5 = \left( \frac{K-1}{K+1} \right)^2$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной рассогласованием СВЧ тракта эталонной антенны (где  $K$  – максимальное измеренное в п. 10.3.1 значение КСВН в соответствующем диапазоне частот);

$\theta_6$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной неточной юстировкой и другими факторами, принимаются равными 0,05.

10.3.4.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений КУ при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот, находятся в доверительных границах, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 – Доверительные границы погрешности измерений КУ при доверительной вероятности 0,95

Наименование характеристики	Значение
Доверительные границы погрешности измерений КУ методом замещения при доверительной вероятности 0,95 при погрешности КУ эталонной антенны, дБ	
в диапазоне частот от 0,8 до 1,2 ГГц включ.	± 1,5
в диапазоне частот св. 1,2 до 2,0 ГГц включ.	± 1,2
в диапазоне частот св. 2,6 до 8,2 ГГц включ.	± 1,0
в диапазоне частот св. 8,2 до 18,0 ГГц включ. и от 26,0 до 40,0 ГГц включ.	± 0,9

#### 10.4 Определение погрешности измерений КУ методом замещения при доверительной вероятности 0,95

10.4.1 Проверить результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2.

10.4.2 Результаты периодической поверки определения доверительных границ погрешности измерений КУ методом замещения при доверительной вероятности 0,95 считать положительными, если результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2 положительные.

#### 10.5 Определение погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95

10.5.1 Выполнить прямое дискретное преобразование Фурье от измеренных распределений амплитуды и фазы в рабочей зоне  $A(x_n)$  и  $\Phi(x_n)$  при согласованной вертикальной поляризации для получения углового спектра излучения радиоколлиматора в секторе действительных углов (12), градусы:

$$M(\varphi_n) = DFT^{-1} \{ E_0(x_n) \} \quad (12)$$

$$\varphi_n = \left| \arcsin \left( \lambda \frac{n - 0,5N}{N \cdot \Delta x} \right) \right|,$$

где  $n = 0 \dots N-1$  - номер дискретного отсчета;

$N$  - общее число отсчетов.

10.5.2 Рассчитать угловой спектр используемой оконной функции вида «косинус на пьедестале», выполняющей функцию модельной апертуры (13):

$$W(\varphi_n) = DFT^{-1} \{ E_M(x_n) \}. \quad (13)$$

10.5.3 Выполнить нормировку к максимальным значениям каждого углового спектра  $M(\varphi_n)$  и  $W(\varphi_n)$ .

10.5.4 Угловой спектр помех радиоколлиматора рассчитать по формуле (14):

$$B^1(\varphi_n) = 20 \lg |B_s^1(\varphi_n) + B_r^1(\varphi_n) + 10^{-9}| - 3 \quad (14)$$

$$B_s^1(\varphi_n) = M_s^1(\varphi_n) - W^1(\varphi_n)$$

$$B_r^1(\varphi_n) = M_r^1(\varphi_n) - W^1(\varphi_n)$$

где  $M_V^1(\varphi_n), M_H^1(\varphi_n)$  – нормированные угловые спектры для вертикального и горизонтального сечений одной поляризации, соответственно;

$W^1(\varphi_n)$  – нормированный угловой спектр оконной функции.

10.5.5 Повторить вычисления угловых спектров помех пп. 10.5.1-10.5.4 для согласованных поляризаций и рассчитать максимальные значения  $B_{\Sigma}(\varphi_n) = \max\{B_{ВП}(\varphi_n); B_{ГП}(\varphi_n)\}$

(где  $B_{ВП}(\varphi_n), B_{ГП}(\varphi_n)$  – угловые распределения для согласованных вертикальной и горизонтальной поляризаций, соответственно).

10.5.6 Рассчитать максимальные значения  $B(\varphi_n) = \max\{B_{f1}(\varphi_n); B_{f2}(\varphi_n); B_{f3}(\varphi_n)\}$

(где  $B_{f1}(\varphi_n); B_{f2}(\varphi_n); B_{f3}(\varphi_n)$  – угловые распределения для разных частот поддиапазона, соответственно). В качестве итоговых значений принимать максимальные в заданных угловых секторах.

10.5.7 Повторить вычисления угловых спектров помех пп. 10.5.4-10.5.6 по всем сечениям распределений амплитуды  $A(y_n)$  и фазы  $\Phi(y_n)$  в рабочей зоне. В качестве итоговых принять максимальные значения в выбранных секторах между горизонтальной и вертикальной плоскостью.

10.5.8 Рассчитать значения систематических погрешностей измерений отношений уровней сигналов, обусловленную нелинейностью амплитудной характеристики  $C_{\text{нлн}}$  [дБ], определяемой в п.10.2.9, по формуле (15) для уровней  $x = 5, 10, \dots, 50$  дБ (для уровней ДН минус 5 и минус 10 дБ принимается инструментальная погрешность для уровня минус 10 дБ, для уровня ДН минус 15 и минус 20 дБ – минус 20 дБ и так далее):

$$\theta_H(nf) = 10^{0,1C_{\text{нлн}}(nf)} - 1. \quad (15)$$

Рассчитать систематическую погрешность измерений из-за наличия помеховых сигналов по формуле (16):

$$\theta_{\text{АФР}} = \left[ 1 + 10^{-0,05(L-B)} \right]^2 - 1, \quad (16)$$

где  $L$  – измеряемый уровень диаграммы, дБ;

$B$  – максимальный уровень помех для выбранного сектора углов, определённый в п. 10.5.4.

Рассчитать доверительные границы ( $p = 0,95$ ) случайной погрешности, обусловленной влиянием собственных шумов измерительной системы, по формуле (17):

$$\varepsilon = \left( 1 + 10^{-0,05(L+SNR)} \right)^2 - 1, \quad (17)$$

где  $SNR=60$  – отношение сигнал/шум в направлении максимума АДН, дБ.

10.5.9 Погрешность измерений уровней АДН (в линейном масштабе) рассчитать по формуле (18):

$$\delta_{\text{лин}} = \frac{\varepsilon + \theta_H + \theta_{\text{АФР}}}{\varepsilon/1,96 + \frac{1}{\sqrt{3}}(\theta_H + \theta_{\text{АФР}})} \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_H + \theta_{\text{АФР}})^2 + \frac{\varepsilon^2}{3,84}}. \quad (18)$$

Рассчитать пределы допускаемой погрешности измерений уровней АДН в логарифмический масштаб по формуле (19):

$$\delta_{\text{лог}} = \pm 10 \lg(1 + \delta_{\text{лин}}). \quad (19)$$

Пределы допускаемой погрешности измерений уровней ФДН рассчитать по формуле (20):

$$\delta_{\phi} = \pm \arctg(\sqrt{\delta_{\text{лин}}}). \quad (20)$$

10.5.10 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 находятся в пределах, приведенных в таблицах 1.4.1 – 1.4.15.

### 10.6 Определение погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95

10.6.1 Проверить результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2.

10.6.2 Результаты периодической поверки определения погрешности измерений уровней АДН и ФДН при доверительной вероятности 0,95 считать положительными, если результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2 положительные.

### 10.7 Определение погрешности измерений уровней ПД при доверительной вероятности 0,95

10.7.1 Рассчитать систематическую погрешность измерений из-за влияния кроссполяризационной составляющей радиоколлиматора по формуле (21) поочередно для каждого облучателя, кроме облучателей Satimo SH800 и Satimo SH2000:

$$\theta_k = \left[ 1 + 10^{-0,05(P-\bar{K})} \right]^2 - 1, \quad (21)$$

где  $P$  - измеряемый уровень поляризационной диаграммы, дБ;

$\bar{K} = 20 \lg \left( \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (10^{0,05K(x_i)} + 10^{0,05K(y_i)}) \right)$  - усреднённый в границах апертуры антенны уровень кроссполяризации, определённый в п. 10.5.2.

Из полученных результатов для каждого размера зоны выбрать максимальное значение за исключением 5% наибольших значений.

10.7.2 Погрешность измерений уровней поляризационных диаграмм (в линейном масштабе) рассчитать по формуле (22):

$$\delta_{\text{лин}} = \frac{\varepsilon + \theta_n + \theta_k}{\varepsilon/1,96 + \frac{1}{\sqrt{3}}(\theta_n + \theta_k)} \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_n + \theta_k)^2 + \frac{\varepsilon^2}{3,84}} \quad (22)$$

Рассчитать пределы допускаемой погрешности измерений уровней поляризационных диаграмм в логарифмический масштаб по формуле (23):

$$\delta_{\text{лог}} = \pm 10 \lg(1 + \delta_{\text{лин}}). \quad (23)$$

10.7.3 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений уровней ПД при доверительной вероятности 0,95 находятся в доверительных границах, указанных в таблице 10.

Таблица 10 – Доверительные границы погрешности измерений уровней ПД при доверительной вероятности 0,95 для всех облучателей, кроме Satimo SH800 и Satimo SH2000

Доверительные границы погрешности измерений <sup>1)</sup> при доверительной вероятности 0,95			
Размеры апертуры, м	от L <sup>2)</sup> до 2 м <sup>3)</sup>	от 2 до 4 м <sup>3)</sup>	от 4 до 6 м <sup>3)</sup>
-5	±0,5	±0,5	±0,6
-10	±0,8	±0,9	±1,0
-15	±1,3	±1,4	±1,7
-20	±2,0	±2,2	±2,6
-25	±3,2	±3,5	±4,1

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) где  $L \geq 3\lambda$  в диапазоне частот от 0,8 до 1,7 ГГц;  
где  $L \geq 5\lambda$  в диапазоне частот от 1,7 до 8,2 ГГц;  
где  $L \geq 8\lambda$  в диапазоне частот от 8,2 до 40 ГГц.
- 3) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры.

### 10.8 Определение погрешности измерений уровней ПД при доверительной вероятности 0,95

10.8.1 Проверить результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2.

10.8.2 Результаты периодической поверки определения погрешности измерений уровней ПД при доверительной вероятности 0,95 считать положительными, если результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2 положительные.

### 10.9 Определение погрешности мер ЭПР при доверительной вероятности 0,95

10.9.1 Определение действительных значений мер ЭПР проводить используя математические соотношения для расчета ЭПР на основе приближения геометрической оптики (24):

$$\sigma(\lambda) = 10 \lg \left( \frac{\pi d l^2}{\lambda} \right), \quad (24)$$

где  $d$  – диаметр основания цилиндра, м;

$l$  – длина образующей цилиндра, м.

10.9.2 Для каждого эталонного отражателя в форме цилиндра провести измерения диаметров  $d$ , оснований и длины образующей  $l$  эталонного отражателя Э1 не менее чем в 10 точках (для каждого основания и образующей) равномерно распределенных по поверхности.

10.9.3 Рассчитать минимальную и максимальную ЭПР отражателей на частоте 40 ГГц (длина волны в свободном пространстве – 0,0075 м) по формулам (25):

$$\sigma_{\text{МИН}}(0,0075) = 10 \lg \left( \frac{\pi d_{\text{МИН}} l_{\text{МИН}}^2}{0,0075} \right)$$

$$\sigma_{\text{МАКС}}(0,0075) = 10 \lg \left( \frac{\pi d_{\text{МАКС}} l_{\text{МАКС}}^2}{0,0075} \right), \quad (25)$$

где  $d_{\text{МВН}}, l_{\text{МВН}}, d_{\text{МАКС}}, l_{\text{МАКС}}$  - минимальные и максимальные из измеренных значений диаметров оснований и длины образующей цилиндра, м.

10.9.4 Погрешность ЭПР мер каждого эталонного отражателя рассчитать по формуле (26):

$$\Delta\sigma = \pm \max \left\{ \left| \sigma(0,0075) - \sigma_{\text{МВН}}(0,0075) \right|, \left| \sigma(0,0075) - \sigma_{\text{МАКС}}(0,0075) \right| \right\}. \quad (26)$$

10.9.5 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности мер ЭПР при доверительной вероятности 0,95 составляют  $\pm 0,2$  дБ.

## 10.10 Проверка остаточной ЭПР безэховой камеры

10.10.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с ЭД.

10.10.2 Установить в рабочей зоне на РТО с ДКП эталонный отражатель Э1 из состава комплекта мер ЭПР. Выполнить процедуры компенсации фоновой составляющей сигнала и стробирования сигнала, отраженного в рабочем объеме безэховой камеры. Измерения проводить в полосе частот с использованием обработки во временной области в программе «gsci». Размеры пространственного строба выбирать такими, чтобы их эффективная ширина (ширина эквивалентная стробу прямоугольной формы) составляла 10 м с допустимым отклонением не более 0,1 м.

Измерения проводить поочередно в частотных диапазонах от 0,8 до 2,0, от 2,6 до 18,0 и от 26 до 40 ГГц для каждого типа облучателей и ВАЦ, используемых в режиме радиолокационных измерений. Измерения выполнять со штатными настройками комплекса в каждом частотном поддиапазоне на частотах  $f_i$ , где  $i = 1 \dots N$ .

10.10.3 Зарегистрировать относительную амплитуду сигнала  $\dot{S}_3(f_i)$  при наличии в рабочей зоне меры ЭПР.

10.10.4 Убрать из рабочей зоны меру ЭПР, зафиксировать относительную амплитуду фонового сигнала  $\dot{S}_\phi(f_i)$  спустя 1 и 8 часов после регистрации  $\dot{S}_3(f_i)$ .

10.10.5 Расчет остаточной ЭПР безэховой камеры за цикл измерений проводить по формуле (27):

$$\sigma_\phi = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left( \sigma_3(f_i) \left[ \frac{|\dot{S}_\phi(f_i)|}{|\dot{S}_3(f_i)|} \right]^2 \right), \quad (27)$$

где  $\sigma_3(f_i)$  – частотная зависимость ЭПР меры, м<sup>2</sup>.

10.10.6 Результаты поверки считать положительными, если значения остаточного фона безэховой камеры за цикл измерений удовлетворяют приведенным в таблице 11.

Таблица 11 – Значения остаточного фона безэховой камеры за цикл измерений

Наименование характеристики	Значение	
	измерительный канал с ВАЦ E8363C или N5244A	измерительный канал с ВАЦ C4420
Остаточная ЭПР безэховой камеры <sup>1)</sup> при продолжительности цикла измерений 1 и 8 часов, дБ (исх. 1 м <sup>2</sup> ), не более при размере пространственного строга в рабочей зоне не менее 10 м		
СНРЕ.685681.008-01, УШЯИ.301554.001-01, НП.01.001, СНРЕ.464653.045, НП.01.001-01 и СНРЕ.464653.046, НП.01.001-02 и СНРЕ.464653.047, НП.01.001-03 и МІ-31-8.2, Satimo SH800		
1 час	-55	-55
8 часов	-50	-50
НП.01.001-04 и МІ-31-12.4		
1 час	-53	-50
8 часов	-50	-50
НП.01.001-05.01 и СНРЕ.464653.048		
1 час	-53	-
8 часов	-50	-
Satimo SH2000 в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц		
1 час	-53	-53
8 часов	-53	-53
Satimo SH2000 в диапазоне частот свыше 12,4 до 18,0 ГГц		
1 час	-44	-44
8 часов	-44	-44
Примечание:		
<sup>1)</sup> – при выполнении процедуры компенсации остаточного фона стробировании рабочего объема комплекса при помощи импульсного модулятора и выполнении процедуры спектральной обработки сигналов во временной области.		

### 10.11 Определение погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95

10.11.1 Рассчитать характеристики неравномерности поля в полосах частот каждого облучателя радиоколлиматора.

10.11.1.1 Используя программные средства выделить огибающую амплитудного распределения поля  $A(x_i)$   $j$ -го сечения для размеров рабочей зоны 6 м используя для аппроксимации квадратичный полином (28):

$$A_0(x_i) = a \cdot x_i^2 + b \cdot x_i + c, \quad (28)$$

где  $a, b, c$  - коэффициенты, полученные при аппроксимации. Пример обработки амплитудного распределения приведен на рис. 3.

Путём вычитания из измеренного амплитудного распределения  $A(x_i)$  его огибающей  $A_0(x_i)$  получить интерференционную зависимость амплитудного распределения  $j$ -го сечения:

$$A_H(x_i) = A(x_i) - A_0(x_i).$$

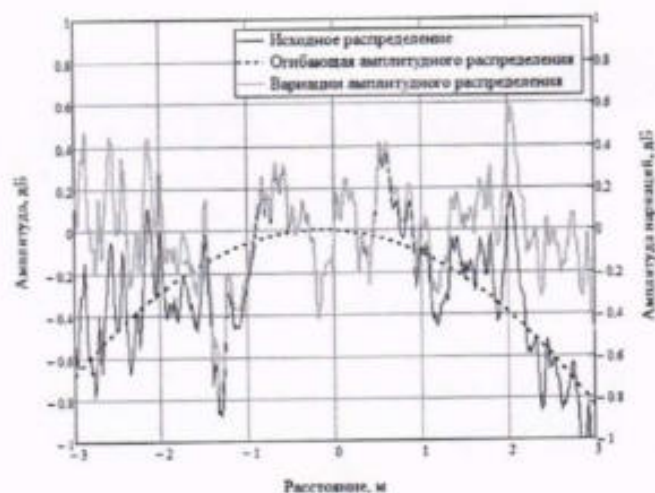


Рисунок 3 – Пример обработки амплитудного распределения

10.11.1.2 Определить неравномерность огибающей амплитудного распределения ЭМП на объекте как среднее по сечениям и частотам  $j$  значение неравномерности огибающей амплитудного распределения поля по формуле (29):

$$\bar{A}_O = \text{mean}_j \left( \max_i A_O(x_i) - \min_i A_O(x_i) \right), \quad (29)$$

где  $\text{mean}(\cdot)$  - оператор среднего арифметического значения.

10.11.1.3 Определить вариации амплитуды ЭМП на объекте измерений после интегрирования локальным рассеивателем по формуле (пример результатов обработки приведён на рис. 4) (30):

$$A_{i,j}^{LP} = \left| \text{mean}_k \left( A_{i+k,j} \cdot e^{\sqrt{-1}\Phi_{i+k,j}} \right) \right|, \quad (30)$$

где  $k$  – группа отсчетов, соответствующая отрезку распределения АФР с длиной для диапазона частот:

от 1 до 2 ГГц	0,3 м
от 2,60 до 3,95 ГГц	0,2 м
от 3,95 до 5,85 ГГц	0,15 м
от 5,85 до 8,20 ГГц	0,12 м
от 8,2 до 12,4 ГГц	0,1 м
от 12,4 до 18,0 ГГц	0,08 м
от 26 до 40 ГГц	0,06 м.

Погрешность из-за вариаций амплитуды для доверительной вероятности 0,95 с учётом двукратного взаимодействия апертуры и ЭМП рассчитать по формуле (31):

$$\bar{A}_H = 20 \lg \left( 1 + \text{mean}_j \left( 4 \cdot \text{CKO}_i \left( A_{i,j}^{LP} \right) \right) \right). \quad (31)$$

10.11.1.4 Определить среднее по сечениям и частотам значение уровня кроссполаризационной составляющей по формуле (32):

$$\bar{K} = 20 \lg \left( \text{mean}_{i,j} \left( 10^{0,05 \left( K_j(x_i) - \max_i \left( A'_O(x_i) \right) \right)} \right) \right). \quad (32)$$

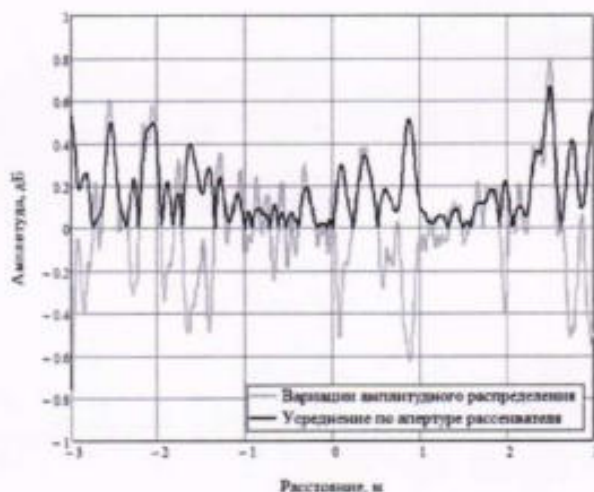


Рисунок 4 – Пример обработки вариаций амплитудного распределения

10.11.1.5 Повторить операции пп. 10.11.1.1-10.11.1.4 для всех облучателей и размеров рабочей зоны 4 и 2 м.

10.11.1.6 Определить вариации амплитуды ЭМП на мере ЭПР в соответствии с порядком, определённым в п. 4.13.1.3 для длин отрезка АФР  $k$  равных:

от 1 до 2 ГГц	0,59 м
от 2,6 до 8,2 ГГц	0,3 м
от 8,2 до 18,0 ГГц	0,15 м
от 26 до 40 ГГц	0,12 м.

Погрешность из-за вариаций амплитуды для доверительной вероятности 0,95 с учётом двукратного взаимодействия апертуры и ЭМП  $\bar{A}_M$  рассчитывать группе отсчетов, соответствующей центральному отрезку распределения АФР длиной 0,2 м.

10.11.1.7 Повторить операции пп. 10.11.1.1-10.11.1.6 для всех облучателей и размеров рабочей зоны, соответствующих габаритам мер ЭПР (0,4 м для частот от 1,0 до 8,2 ГГц и 0,2 м для частот от 8,2 до 40,0 ГГц). В качестве результата вычислений вариаций амплитуды ЭМП на мере ЭПР  $\bar{A}_M$  принять значения, полученные с использованием формулы для вычисления  $\bar{A}_H$ .

10.11.1.8 Результаты вычислений считать положительными, если полученные значения характеристик, описывающих неравномерность ЭМП, не превышают значений, приведённых в таблице 12.

Таблица 12 – Значения характеристик, описывающих неравномерность ЭМП

Характеристики распределений ЭМП в пределах рабочей зоны, дБ			
Параметр распределения ЭМП	2 м	4 м	6 м
УШЯИ.464653.001			
$\bar{A}_O$	1,0	1,0	2,0
$\bar{A}_H$	0,4	0,5	0,6
$\bar{A}_M$		0,3	
$\bar{K}$	-25	-25	-25
СНРЕ.464653.047, МІ-31-8.2, МІ-31-12.4, НІЛ.01.001-02, НІЛ.01.001-03, НІЛ.01.001-04			
$\bar{A}_O$	0,4	0,7	1,2
$\bar{A}_H$	0,4	0,4	0,5
$\bar{A}_M$		0,3	
$\bar{K}$	-30	-30	-30

Продолжение таблицы 12

Параметр распределения ЭМП	2 м	4 м	6 м
СНРЕ.464653.045, СНРЕ.464653.046, СНРЕ.464653.048, НП.01.001, НП.01.001-01, НП.01.001-05			
$\bar{A}_O$	0,6	0,9	1,5
$\bar{A}_H$	0,6	0,6	0,8
$\bar{A}_M$	0,4		
$\bar{K}$	-27	-27	-27
НП.01.001-05.01			
$\bar{A}_O$	0,5	1,2	-
$\bar{A}_H$	0,4	0,4	-
$\bar{A}_M$	0,3		
$\bar{K}$	-30	-27	
Satimo SH800 и Satimo SH2000			
$\bar{A}_O$	0,8	1,2	-
$\bar{A}_H$	0,6	0,8	-
$\bar{A}_M$	0,3		
$\bar{K}$	-23	-23	

10.11.2 Расчет значений погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95 проводить для измеряемой ЭПР не менее  $10^{-2} \text{ м}^2$ .

10.11.3 Значения погрешности измерений ЭПР объектов в максимуме ДОР рассчитать в соответствии с требованиями ГОСТ 8.736-2011 на основе частных составляющих суммарной погрешности по формуле (33):

$$\Delta\sigma = \pm 10 \lg \left( 1 + 1,1 \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \theta_4^2 + \theta_5^2 + \theta_6^2 + \theta_7^2} \right), \quad (33)$$

где  $\theta_1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной погрешностью меры ЭПР  $\Delta\sigma$ , равной  $\pm 0,2 \text{ дБ}$  (0,05);

$\theta_2 = 10^{0,1 C_{20\text{дБ}}} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной инструментальной погрешностью приемного устройства  $C_{20\text{дБ}}$  [дБ], определяемой в п. 10.2.9 для уровня минус 20 дБ;

$\theta_3 = 10^{0,05 \bar{A}_O} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной неравномерностью огибающей амплитудного распределения ЭМП в пределах поверхности объекта;

$\theta_4 = 10^{0,05 \bar{A}_H} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной вариациями амплитуды ЭМП в пределах поверхности испытываемого объекта;

$\theta_5 = 10^{0,05 \bar{A}_M} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной вариациями амплитуды ЭМП в пределах поверхности меры ЭПР;

$$\theta_6 = \left( 1 + 10^{(\bar{K}-A_k)/20} \right)^2 - 1 \text{ – границы частной составляющей суммарной погрешности,}$$

обусловленной поляризационными искажениями, где  $A_k = 0$  для измерений на согласованной поляризации и  $A_k = -10$  для измерений на кроссполяризации;

$$\theta_7 = \sqrt{S_\phi / 0,01} \text{ – границы частной составляющей суммарной погрешности,}$$

обусловленной влиянием остаточного фона безэховой камеры для продолжительности цикла измерений 8 часов.

Примечание: при расчетах использовать значения параметров  $\bar{A}_O$ ,  $\bar{A}_H$ ,  $\bar{A}_M$ ,  $\bar{K}$  из табл. 12.

10.11.4 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95 в максимуме ДОР не превышают значений, приведенных в таблице 13.

Таблица 13 – Доверительные границы погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95

Доверительные границы погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95 в максимуме ДОР <sup>1)</sup> , дБ			
Поляризация	от L <sup>2)</sup> до 2 м <sup>3)</sup>	св. 2 до 4 м <sup>3)</sup>	св. 4 до 6 м <sup>3)</sup>
УШЯИ.464653.001			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±1,1	±1,4	±2,3
на кроссполяризации	±1,8	±1,9	±2,6
СНРЕ.464653.047, МІ-31-8.2, МІ-31-12.4, НП.01.001-02, НП.01.001-03, НП.01.001-04			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±0,9	±1,1	±1,5
на кроссполяризации	±1,2	±1,3	±1,7
СНРЕ.464653.045, СНРЕ.464653.046, НП.01.001, НП.01.001-01, СНРЕ.464653.048, НП.01.001-05			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±1,1	±1,3	±1,9
на кроссполяризации	±1,6	±1,7	±2,1
НП.01.001-05.01			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±0,9	±1,5	-
на кроссполяризации	±1,2	±1,8	-
Satimo SH800 и Satimo SH2000			
на согласованной поляризации <sup>4)</sup>	±1,3	±1,7	-
на кроссполяризации	±2,1	±2,3	-
Примечания:			
1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;			
2) где $L \geq 3\lambda$ в диапазоне частот от 0,8 до 1,7 ГГц где $L \geq 5\lambda$ в диапазоне частот от 1,7 до 8,2 ГГц где $L \geq 8\lambda$ в диапазоне частот от 8,2 до 40 ГГц			
3) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры;			
4) – уровень кроссполяризации минус 10 дБ.			

## 10.12 Определение погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95

10.12.1 Проверить результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2 и п.10.10.

10.12.2 Результаты периодической поверки определения значений погрешности измерений ЭПР объектов при доверительной вероятности 0,95 считать положительными, если результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2 и п.10.10 положительные.

### 10.13 Определение погрешности измерений уровней ДОР при доверительной вероятности 0,95

10.13.1 Определение погрешности измерений уровней диаграмм обратного рассеяния выполняется в программной среде Mathcad или Matlab.

10.13.2 Расчет относительной погрешности измерений ДОР объектов проводить для измеряемой ЭПР в максимуме ДОР не менее 1 м<sup>2</sup>.

10.13.3 Рассчитать максимальные значения угловых спектров помех радиоколлиматора  $\bar{B}$  по формуле (34):

$$\bar{B} = \max_n \{B(\varphi_n)\}. \quad (34)$$

10.13.4 Повторить вычисления угловых спектров помех пп. 10.13.2-10.13.3 по всем сечениям распределений амплитуды  $A(y_n)$  и фазы  $\Phi(y_n)$  в рабочей зоне. В качестве итоговых принять максимальные значения в выбранных секторах между горизонтальной и вертикальной плоскостью.

10.13.5 Рассчитать значения систематических погрешностей измерений отношений уровней сигналов, обусловленную нелинейностью амплитудной характеристики  $C_{нл}$  [дБ], определяемой в п.10.2.9, по формуле (35) для уровней  $x = 5, 10, \dots, 50$  дБ:

$$\theta_H(nf) = 10^{0,1C_{нл}(nf)} - 1. \quad (35)$$

Рассчитать систематическую погрешность измерений из-за искажений ЭМП радиоколлиматора по формуле (36):

$$\theta_H = \left[1 + 10^{-0,05(R-\bar{B})}\right]^2 - 1, \quad (36)$$

где  $R$  - измеряемый уровень ДОР, дБ;

$B$  - максимальный уровень помех для выбранного сектора углов, определённый в п. 10.5.

Рассчитать доверительные границы ( $p = 0,95$ ) случайной погрешности, обусловленной совокупным влиянием шумов измерительной системы и остаточного фона безэховой камеры, по формуле (37):

$$\zeta = \left(1 + 10^{-0,05[R-10\lg(S_{\phi})]}\right)^2 - 1, \quad (37)$$

10.13.6 Погрешность измерений уровней ДОР (в линейном масштабе) рассчитать по формуле (38):

$$\delta_{лин} = \frac{\zeta + \theta_H + \theta_H}{\zeta/2,56 + \frac{1}{\sqrt{3}}(\theta_H + \theta_H)} \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_H + \theta_H)^2 + \frac{\zeta^2}{6,56}}. \quad (38)$$

Рассчитать пределы допускаемой погрешности измерений уровней ДОР в логарифмический масштаб по формуле (39):

$$\delta_{лог} = \pm 10 \lg(1 + \delta_{лин}). \quad (39)$$

10.13.7 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений уровней ДОР находятся в доверительных границах, приведенных в таблице 1.8.

#### **10.14 Определение погрешности измерений уровней ДОР при доверительной вероятности 0,95**

10.14.1 Проверить результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2 и п.10.10.

10.14.2 Результаты периодической поверки определения погрешности измерений уровней ДОР при доверительной вероятности 0,95 считать положительными, если результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.1 – 10.2 и п.10.10 положительные.

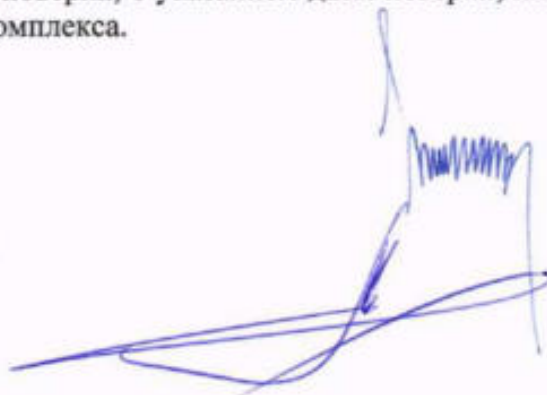
### **11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

11.1 Комплекс признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

11.2 Результаты поверки комплекса подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, на комплекс наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке комплекса, и (или) в паспорт комплекса вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению комплекса.

Начальник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Заместитель начальника НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

А.В. Титаренко